

## 明 細 書

### 画像処理装置、画像処理方法、プログラムおよび記録媒体

#### 技術分野

- 5      この発明は、例えば画像信号のノイズを除去するノイズ除去装置およびノイズ除去方法、並びに入力画像信号を解像度がより高い画像信号へ変換する画像変換装置および画像変換方法に対して適用可能な画像処理装置、画像処理方法、プログラムおよび記録媒体に関する。

#### 背景技術

- 10      画像信号処理装置として時間と共に画像信号を蓄積する構成のものと本願出願人の提案にかかるクラス分類適応処理とがある。例えばノイズ除去の処理を例に説明すると、第1図が時間と共に画像信号を蓄積する構成のものであり、動き適応型リカーシブフィルタとして知られている構成である。
- 15      入力画像信号は画素ごとに、振幅調整を行うアンプ1を通じて加算回路2に供給される。フレームメモリ3には、現時点のフレーム（入力画像信号についての現時点のフレーム（以下、現フレームという）よりも1つ前のフレーム（以下、前フレームという）の出力画像信号が記憶されている。このフレームメモリ3に記憶されている画像信
- 20      号は、入力画像信号の各画素位置に対応して画素ごとに順次に読み出されて、振幅調整を行うアンプ4を通じて加算回路2に供給される。
- 加算回路2は、アンプ1を通じた現フレームとアンプ4を通じた前フレームの画素を加算し、その加算出力を出力画像信号として出力すると共に、フレームメモリ3に供給する。フレームメモリ3では、記
- 25      憶されている画像信号が加算回路2の出力画像信号に書き換えられる。

現フレームの入力画像信号は、また、画素ごとに減算回路 5 に供給される。また、フレームメモリ 3 に記憶されている前フレームの画像信号が、入力画像信号の各画素位置に対応して画素ごとに順次に読み出されて減算回路 5 に供給される。減算回路 5 は、画像上の同じ画素位置の現フレームの画素値と、前フレームの画素値との差分を出力する。

この減算回路 5 からの差分出力は、絶対値化回路 6 に供給されて絶対値に変換され、そして、しきい値処理回路 7 に供給される。しきい値処理回路 7 は、これに供給される画素差分の絶対値と予め定めたしきい値とを比較して、画素毎に動き部分か、静止部分かの静動判定を行う。すなわち、しきい値処理回路 7 は、画素差分の絶対値がしきい値よりも小さいときには、入力画素は静止部分と判定し、画素差分の絶対値がしきい値よりも大きいときには、入力画素は動き部分と判定する。

しきい値処理回路 7 での静動判定結果は、重み係数発生回路 8 に供給される。重み係数発生回路 8 は、しきい値処理回路 7 での静動判定結果に応じて、重み係数  $k$  ( $0 \leq k \leq 1$ ) の値を設定し、係数  $k$  をアンプ 1 に供給すると共に、係数  $1 - k$  をアンプ 4 に供給する。アンプ 1 は、その入力信号を  $k$  倍し、アンプ 4 は、その入力信号を  $1 - k$  倍する。

この場合、しきい値処理回路 7 で、現フレームの画素が静止と判定されるときには、係数  $k$  の値として  $k = 0 \sim 0.5$  の間の固定値が設定される。したがって、加算回路 2 の出力は、現フレームの画素値と、フレームメモリ 3 からの前フレームの画素値とが重み付け加算された値とされる。

一方、しきい値処理回路 7 で、現フレームの画素が動き部分と判定

されるときには、係数 $k$ の値として $k = 1$ が設定される。したがって、加算回路2からは現フレームの画素値（入力画像信号の画素値）がそのまま出力される。

加算回路2からの出力画像信号により、フレームメモリ3の記憶信号は、毎フレーム、書き換えられるので、フレームメモリ3に記憶される画像信号中の静止部分は、複数フレームの画素値が積算されたものになる。したがって、ノイズがフレーム毎にランダムな変化をするものとすれば、重み付け加算により、ノイズは徐々に小さくなって除去され、フレームメモリ3に記憶される画像信号（出力画像信号と同じ）の静止部分は、ノイズ除去が行われたものとなる。

しかしながら、上述の動き適応型リカーシブフィルタによるノイズ除去では、下記の問題がある。

例えば、ノイズレベルが大きい場合など、動き部分を静止部分と誤ってしまうことがあり、その場合には、ぼけなどの画質劣化が見られる場合がある。また、動き部分はノイズ除去ができない。

一方、クラス分類適応処理を用いたノイズ除去装置が本願出願人により提案されている。クラス分類適応処理では、静止、動きの何れの部分もノイズ除去することができる。しかしながら、完全な静止画部分に関しては、上述した動き適応型リカーシブフィルタの方がノイズ除去の性能が優れている。

ノイズ除去処理以外に入力画像信号の解像度をより高くする解像度変換装置についても、この発明は、適用して有効である。

すなわち、現行のテレビジョン方式としては、1フレーム当たりの走査線数が525本や625本などの、いわゆる標準方式と、1フレーム当たりの走査線数がそれよりも多い高精細度方式、例えば1125本のハイビジョン方式など、種々のものがある。

この場合に、例えば高精細度方式に対応した機器で、標準方式の画像信号を取り扱えるようにするためには、標準方式の解像度の画像信号を高精細度方式に合致する解像度の画像信号に解像度変換（アップコンバートと適宜称する）する必要がある。そこで、従来から、線形補間などの方法を用いた画像信号の解像度変換装置が種々提案されている。例えば蓄積形処理によるアップコンバートとクラス分類適応処理によるアップコンバートとが提案されている。

しかしながら、蓄積形処理による解像度変換装置は、静止画像部分については劣化の少ない変換出力画像を出力することができるが、動きの大きい画像部分の場合には、画像の劣化が生じてしまうという問題があり、また、クラス分類適応処理による解像度変換装置は、動きのある画像部分の場合には、劣化の少ない変換出力画像が得られるが、静止部分については、それほど良好な画像が得られないという問題があった。

すなわち、従来は、画像の静止、動き部分の両方に的確に対応して劣化のない画像を形成することができる解像度変換装置を実現することが困難であった。

したがって、この発明の目的は、時間と共に画像信号を蓄積する構成とクラス分類適応処理による構成とのそれぞれの利点を生かすことによって、全体として良好な処理が可能な画像処理装置、画像処理方法、プログラムおよび記録媒体を提供することにある。

#### 発明の開示

請求の範囲 1 の発明は、入力画像信号を受け取り、入力画像信号より高品質な出力画像信号を生成する画像処理装置において、

出力画像信号と同質の画像信号を格納する格納手段を有し、入力画像信号と格納手段に格納された画像とを加算することによって、入力

画像より高品質の第 1 の画像信号を生成すると共に、格納手段に第 1 の画像信号を格納する第 1 の信号処理手段と、

出力画像信号中の注目画素位置に応じて、入力画像信号に基づく特徴を抽出し、特徴によって注目画素を複数のクラスの一つに分類し、

- 5 分類されたクラスに対応して予め定められた演算方式で、入力画像信号を演算することで、入力画像より高品質の第 2 の画像信号を生成する第 2 の信号処理手段と、

第 1 の画像信号と第 2 の画像信号とに基づいた判定を行い、第 1 および第 2 の画像信号の内的一方を出力画像信号として選択する出力選

- 10 択手段と

を有する画像処理装置である。

請求の範囲 2 6 の発明は、入力画像信号を受け取り、入力画像信号より高品質な出力画像信号を生成する画像処理方法において、

- 出力画像信号と同質の画像信号を格納手段に格納し、入力画像信号  
15 と格納された画像とを加算することによって、入力画像より高品質の第 1 の画像信号を生成すると共に、第 1 の画像信号を格納手段に格納する第 1 の信号処理ステップと、

- 出力画像信号中の注目画素位置に応じて、入力画像信号に基づく特徴を抽出し、特徴によって注目画素を複数のクラスの一つに分類し、  
20 分類されたクラスに対応して予め定められた演算方式で、入力画像信号を演算することで、入力画像より高品質の第 2 の画像信号を生成する第 2 の信号処理ステップと、

- 第 1 の画像信号と第 2 の画像信号とに基づいた判定を行い、第 1 および第 2 の画像信号の内的一方を出力画像信号として選択する出力選  
25 択ステップと

を有する画像処理方法である。

請求の範囲 5 1 の発明は、コンピュータに対して、入力画像信号より高品質な出力画像信号を生成する画像処理を実行させるためのプログラムにおいて、

出力画像信号と同質の画像信号を格納手段に格納し、入力画像信号  
5 と格納された画像とを加算することによって、入力画像より高品質の第 1 の画像信号を生成すると共に、第 1 の画像信号を格納手段に格納する第 1 の信号処理ステップと、

出力画像信号中の注目画素位置に応じて、入力画像信号に基づく特徴を抽出し、特徴によって注目画素を複数のクラスの一つに分類し、  
10 分類されたクラスに対応して予め定められた演算方式で、入力画像信号を演算することで、入力画像より高品質の第 2 の画像信号を生成する第 2 の信号処理ステップと、

第 1 の画像信号と第 2 の画像信号とに基づいた判定を行い、第 1 および第 2 の画像信号の内的一方を出力画像信号として選択する出力選  
15 択ステップと

を実行させるためのプログラムである。

請求の範囲 5 2 の発明は、コンピュータに対して、入力画像信号より高品質な出力画像信号を生成する画像処理を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータで読み取り可能な記録媒体において、  
20 出力画像信号と同質の画像信号を格納手段に格納し、入力画像信号と格納された画像とを加算することによって、入力画像より高品質の第 1 の画像信号を生成すると共に、第 1 の画像信号を格納手段に格納する第 1 の信号処理ステップと、

出力画像信号中の注目画素位置に応じて、入力画像信号に基づく特徴を抽出し、特徴によって注目画素を複数のクラスの一つに分類し、  
25 分類されたクラスに対応して予め定められた演算方式で、入力画像信

号を演算することで、入力画像より高品質の第 2 の画像信号を生成する第 2 の信号処理ステップと、

第 1 の画像信号と第 2 の画像信号とに基づいた判定を行い、第 1 および第 2 の画像信号の内的一方を出力画像信号として選択する出力選択ステップと

を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータで読み取り可能な記録媒体である。

図面の簡単な説明

第 1 図は、従来の動き適応リカーシブフィルタの一例を示すブロック図である。

第 2 図は、この発明の基本的な構成を示すブロック図である。

第 3 図は、この発明の一実施形態を示すブロック図である。

第 4 図は、この発明の一実施形態における蓄積形処理によるノイズ除去回路の一例のブロック図である。

第 5 図は、この発明の一実施形態における蓄積形処理によるノイズ除去回路の一例の処理を示すフローチャートである。

第 6 図は、一実施形態におけるクラス分類適応ノイズ除去回路の一例を示すブロック図である。

第 7 図は、クラスタップおよび予測タップの一例を示す略線図である。

第 8 図は、クラス分類適応ノイズ除去回路の一部を構成する特徴検出回路の一例を示すブロック図である。

第 9 図は、特徴検出回路の一例を説明するための略線図である。

第 10 図は、クラス分類適応ノイズ除去回路に用いられる係数データを生成する学習時の構成を示すブロック図である。

第 11 図は、この発明の一実施形態をソフトウェアで処理する場合

の処理を説明するためのフローチャートである。

第 1 2 図は、動き適応リカーシブフィルタの処理の流れを示すフローチャートである。

第 1 3 図は、クラス分類適応処理によるノイズ除去処理の流れを示すフローチャートである。

第 1 4 図は、クラス分類適応ノイズ除去回路に用いられる係数データを生成する学習時の処理の流れを示すフローチャートである。

第 1 5 図は、この発明の他の実施形態のブロック図である。

第 1 6 図は、他の実施形態によりなされる解像度変換処理を説明するための略線図である。

第 1 7 図は、他の実施形態における蓄積処理による解像度変換部の一例の構成を示すブロック図である。

第 1 8 図は、蓄積処理による解像度変換部の変換処理を説明するための略線図である。

第 1 9 図は、蓄積処理による解像度変換部の変換処理を説明するための略線図である。

第 2 0 図は、クラス分類適応処理による解像度変換部の一例の構成を示すブロック図である。

第 2 1 図は、クラス分類適応処理による解像度変換部の処理動作を説明するための略線図である。

第 2 2 図は、クラス分類適応処理による解像度変換部における特徴検出回路の一例を示すブロック図である。

第 2 3 図は、特徴検出回路の動作を説明するための略線図である。

第 2 4 図は、クラス分類適応処理による解像度変換部に用いられる係数データを生成する学習時の構成を示すブロック図である。

第 2 5 図は、他の実施形態における出力画像信号の選択処理を説明



するための略線図である。

第 2 6 図は、他の実施形態における出力画像信号の選択処理の説明のためのフローチャートである。

第 2 7 図は、この発明の他の実施形態をソフトウェアで処理する場合の処理を説明するためのフローチャートである。

第 2 8 図は、蓄積処理による解像度変換部の変換処理の流れを示すフローチャートである。

第 2 9 図は、クラス分類適応処理による解像度変換処理の流れを示すフローチャートである。

10 第 3 0 図は、クラス分類適応処理による解像度変換処理に用いられる係数データを生成する学習時の処理の流れを示すフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

第 2 図は、この発明の全体的構成を示す。入力画像信号が蓄積形処理部 1 0 0 およびクラス分類適応処理部 2 0 0 に対して供給される。蓄積形処理部 1 0 0 は、時間経過に伴って画像信号を蓄積する構成を有する処理部である。クラス分類適応処理部 2 0 0 は、出力画像信号中の注目画素位置に応じて、入力画像信号に基づく特徴を検出し、特徴によって注目画素を複数のクラスの一つに分類し、分類されたクラス 20 に対応して予め定められた演算方式で、入力画像信号を演算することによって、出力画像信号を生成するものである。

蓄積形処理部 1 0 0 の出力画像信号とクラス分類適応処理部 2 0 0 の出力画像信号とが出力選択部 3 0 0 の選択回路 3 0 1 および出力判定回路 3 0 2 に供給される。出力判定回路 3 0 2 は、各処理部の出力 25 画像信号に基づいて、何れの出力画像信号を出力するのが適切かを判断する。この判断の結果に対応する選択信号を生成する。選択信号が

選択回路 3 0 1 に供給され、二つの出力画像信号の内的一方が選択される。

この発明をノイズ除去に対して適用する場合では、蓄積形処理部 1 0 0 が前述した動き適応型リカーシブフィルタと同様の構成とされる。  
5 。そして、現フレームと前フレームとの重み付け加算が繰り返されることにより、静止部分の画素については、良好にノイズ除去が行われる。

一方、クラス分類適応処理部 2 0 0 がクラス分類適応処理に基づくノイズ除去部とされる。クラス分類適応処理によるノイズ除去部では  
10 、複数フレーム間で同じ位置にある各フレームの画素を抽出し、それらの画素のフレーム間の変化に基づいて画素のノイズ成分をクラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている演算処理により、入力画像信号からノイズ成分が除去されるので、動き部分と静止部分とに関係なく、ノイズ除去が行われる。ただし、完全な静止部分  
15 に関しては、長いフレームの情報を蓄積することができる蓄積形のノイズ除去部の方が、クラス分類適応処理によるノイズ除去部に比してノイズ除去効果大きい。

出力選択部 3 0 0 では、所定数の画素単位で、画像の静動を判定し、その判定結果に応じて、静止部分では、蓄積形処理に基づくノイズ  
20 除去部からの出力画像信号を選択し、動き部分では、クラス分類適応処理に基づくノイズ除去部からの出力画像信号を選択することにより、静止部分および動き部分で、ともにノイズ除去が行われた出力画像信号が得られる。

また、この発明をアップコンバートを行う解像度変換装置に対して  
25 適用する場合には、蓄積形処理部 1 0 0 がフレームメモリに、画像情報を時間方向に長い期間に渡って蓄積することにより、高解像度の画

像信号を形成する構成とされる。この構成によれば、静止画や、全画面について単純にパンやチルトをする画像に対しては、劣化の少ない変換出力画像信号が得られる。

- 一方、クラス分類適応処理部 2 0 0 がクラス分類適応処理に基づく
- 5 解像度変換部とされる。この解像度変換部は、入力画像信号による画像中の注目画素についての特徴を、その注目画素と、その時間的および空間的な周囲画素とを含む複数の画素についての特徴によってクラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている画像変換演算処理により、注目画素に対応する高解像度の画像中の複数画素
- 10 を生成することにより、高解像度の出力画像信号を生成する。したがって、クラス分類適応処理に基づく解像度変換部は、動き部分においても劣化の少ない変換出力画像信号が得られる。しかしながら、静止部分に関しては、画像情報を時間方向に長く扱う蓄積形の解像度変換部の方がより良好な解像度変換を行うことができる。
- 15 そして、各解像度変換部の特徴を考慮して、画素単位あるいは所定数の画素毎に、出力選択部 3 0 0 により、一方の解像度変換部からの画像信号と、他方の解像度変換部からの画像信号のいずれか一方の画像信号を選択して出力することができるので、劣化の少ない高画質の変換出力画像を得ることができる。
- 20 以下、この発明をノイズ除去装置に対して適用した一実施形態について第 3 図を参照しながら説明する。入力画像信号は画素ごとに、蓄積形処理部 1 0 0 の例を構成する動き適応型リカーシブフィルタ 1 1 に供給されるとともに、クラス分類適応処理部 2 0 0 の例を構成するクラス分類適応ノイズ除去回路 1 2 に供給される。
- 25 動き適応型リカーシブフィルタ 1 1 として、上述した第 1 図の例と同様の構成を使用できる。この動き適応型リカーシブフィルタ 1 1 が

らの出力画像信号は、出力選択部 3 0 0 に対応する出力選択部 1 3 に供給される。

また、クラス分類適応ノイズ除去回路 1 2 は、複数フレーム間で同じ位置にある各フレームの画素を抽出し、それらの画素のフレーム間  
5 の変化に基づいて前記画素のノイズ成分をクラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている演算処理により、入力画像信号からノイズ成分の除去された出力画像信号を生成するもので、その詳細な構成については後述する。このクラス分類適応ノイズ除去回路 1 2 からの出力画像信号も、出力選択部 1 3 に供給される。

10 出力選択部 1 3 は、静動判定回路 1 4 と、タイミング調整用の遅延回路 1 5 と、選択回路 1 6 とを有し、動き適応型リカーシブフィルタ 1 1 からの出力画像信号は、遅延回路 1 5 を通じて選択回路 1 6 に供給され、クラス分類適応ノイズ除去回路 1 2 からの出力画像信号は、そのまま選択回路 1 6 に供給される。

15 また、動き適応型リカーシブフィルタ 1 1 からの出力画像信号と、クラス分類適応ノイズ除去回路 1 2 からの出力画像信号とは、静動判定回路 1 4 に供給される。静動判定回路 1 4 では、それら 2 つの出力画像信号から、この例では、各画素ごとに、静止部分か動き部分かを判定し、その判定出力を選択制御信号として、選択回路 1 6 に供給す  
20 ーる。

動き適応型リカーシブフィルタ 1 1 からの出力画像信号では、前述したように、画像の静止部分の画素はノイズ除去されるが、画像の動き部分の画素は、ノイズ除去されずに、そのまま出力される。一方、クラス分類適応ノイズ除去回路 1 2 からの出力画像信号では、画像の  
25 静止部分、動き部分に関係なく、ノイズ除去が施される。

このため、動き適応型リカーシブフィルタ 1 1 からの出力画像信号

と、クラス分類適応ノイズ除去回路 1 2 からの出力画像信号とを比較した場合、静止部分は、ともにノイズ除去されているので両者の画素値はほぼ等しくなるが、動き部分では、動き適応型リカーシブフィルタ 1 1 の出力画像信号にはノイズが残留しているのに対して、クラス  
5 分類適応ノイズ除去回路 1 2 からの出力画像信号ではノイズが除去されているため、両者の画素値がノイズ分だけ異なることになる。

静動判定回路 1 4 は、以上の性質を利用して、この例では、各画素毎に、画像の静止部分であるか、画像の動き部分であるかを判定する。すなわち、静動判定回路 1 4 は、動き適応型リカーシブフィルタ 1  
10 1 からの出力画像信号の画素値と、クラス分類適応ノイズ除去回路 1 2 からの出力画像信号の画素値との差分を算出する差分値算出回路 1 4 1 と、差分値算出回路 1 4 1 からの差分値を絶対値化する絶対値化回路 1 4 2 と、比較判定回路 1 4 3 とを有する。

比較判定回路 1 4 3 は、絶対値化回路 1 4 2 からの差分値の絶対値  
15 が、予め定めた値よりも大きいときには、動き部分と判定し、絶対値化回路 1 4 2 からの差分値の絶対値が、予め定めた値よりも小さいときには、静止部分と判定する。そして、比較判定回路 1 4 3 は、画像の静止部分であると判定した画素については、動き適応型リカーシブフィルタ 1 1 からの出力画像信号を選択するように選択回路 1 6 を制  
20 御し、画像の動き部分であると判定した画素については、クラス分類適応ノイズ除去回路 1 2 からの出力画像信号を選択するように選択回路 1 6 を制御する。

したがって、選択回路 1 6 からは、すなわち、出力選択部 1 3 からは、静止部分については、長いフレームの情報を蓄積することできて  
25 、良好にノイズ除去される動き適応型リカーシブフィルタからの出力画像信号が出力され、動き部分については、ノイズ除去されない動き

適応型リカーシブフィルタからの出力画像信号に代わって、クラス分類適応ノイズ除去回路 12 からの出力画像信号が出力される。したがって、出力選択部 13 からは、静止部分および動き部分にわたって、ノイズ除去された出力画像信号が得られる。

- 5 動き適応型リカーシブフィルタ 11 としては、第 1 図の例の構成に限らず、第 4 図に示す構成のものを使用しても良い。第 4 図において、参照符号 101 が時間合わせ用の遅延回路を示し、参照符号 104 が動きベクトル検出回路を示す。遅延回路 101 を介された入力画像信号が合成回路 102 に供給される。合成回路 102 には、蓄積メモリ 103 に蓄積されている画像がシフト回路 105 を介して供給される。合成回路 102 の合成後の出力が蓄積メモリ 103 に蓄積される。蓄積メモリ 103 の蓄積画像が出力として取り出されると共に、動きベクトル検出回路 104 に供給される。

- 動きベクトル検出回路 104 は、入力画像信号と蓄積メモリ 103  
15 の蓄積画像との間の動きベクトルを検出する。シフト回路 105 は、動きベクトル検出回路 104 で検出された動きベクトルにしたがって蓄積メモリ 103 から読み出された画像の位置を水平および／または垂直方向にシフトする。シフト回路 105 によって動き補償がなされるので、合成回路 102 では、下記のように、互いに空間的に同一位置の画素同士が加算されることになる。

合成回路 102 の出力の合成値 = (入力画像の画素値 × N + 蓄積画像の画素値 × M) / (N + M) (N および M は、所定の係数)

- したがって、蓄積メモリ 103 には、複数フレーム期間にわたって画素のデータが足し込まれた結果が蓄積される。この処理によって、  
25 相関のないノイズ成分を除去することができる。

第 5 図は、第 4 図に示す構成の処理をソフトウェア処理で行う場合

の流れを示すフローチャートである。最初のステップ S 5 1 では、蓄積画像上の画像領域とその画像領域に対応する入力画像上の画像領域との間で動きベクトルを検出する。次のステップ S 5 2 では、検出した動きベクトルに基づいて、蓄積画像の位置をシフトする。そして、

5 入力画像と位置がシフトされた蓄積画像を合成して蓄積する（ステップ S 5 3）。ステップ S 5 4 では、蓄積メモリから蓄積画像を読み出して出力する。

#### 〔クラス分類適応ノイズ除去回路の説明〕

次に、この実施形態に用いられるクラス分類適応ノイズ除去回路について詳細に説明する。以下に説明する例では、クラス分類適応処理として、入力画像信号の信号レベルの 3 次元（時空間）分布に応じてクラス分類を行い、クラス毎に予め学習によって獲得された予測係数をメモリに格納し、かかる予測係数を使用した重み付け加算式に従う演算処理によって最適な推定値（すなわち、ノイズ除去後の画素値）

15 を出力する処理を挙げている。

また、この例は、画像の動きを考慮してクラス分類適応処理を行うことによってノイズ除去を行うものである。すなわち、入力画像信号から推定される動きに応じて、ノイズ成分を検出するために参照されるべき画素領域と、ノイズを除去するための演算処理に使用されるべき画素領域とが切り出され、これらに基づいてクラス分類適応処理によってノイズが除去された画像を出力するようにしたものである。

20

第 6 図は、この実施形態に用いられるクラス分類適応ノイズ除去回路の全体的構成を示すものである。

処理されるべき入力画像信号はフレームメモリ 2 1 に供給される。

25 フレームメモリ 2 1 は、供給される現在フレームの画像を記憶すると共に、1 フレーム前の画像をフレームメモリ 2 2 に供給する。フレー

ムメモリ 2 2 は、供給される 1 フレームの画像を記憶すると共に、その 1 フレーム前の画像をフレームメモリ 2 3 に供給する。このようにして、フレームメモリ 2 1、2 2、2 3 には、この順に、より新しいフレームの画像が記憶される。

- 5     以下の説明は、フレームメモリ 2 2 が現フレームを記憶し、また、フレームメモリ 2 1 が現フレームの 1 フレーム後のフレームを記憶し、フレームメモリ 2 3 が現フレームの 1 フレーム前のフレームを記憶する場合を例として行う。

- 10     なお、フレームメモリ 2 1、2 2、2 3 の記憶内容は、これに限定されるものではない。例えば時間的に 2 フレーム間隔の画像を記憶しても良い。また、連続する 3 フレームに限らず、5 個のフレームメモリを設け、連続する 5 フレームの画像を記憶するようにしてもよい。さらに、フレームメモリに代えてフィールドメモリを使用することも可能である。

- 15     フレームメモリ 2 1、2 2、2 3 にそれぞれ記憶されている後フレーム、現フレーム、前フレームの画像データは、動きベクトル検出部 2 4、動きベクトル検出部 2 5、第 1 領域切り出し部 2 6 および第 2 領域切り出し部 2 7 に供給される。

- 20     動きベクトル検出部 2 4 は、フレームメモリ 2 2 に記憶された現フレームの画像と、フレームメモリ 2 3 に記憶された前フレームの画像との間の注目画素についての動きベクトルを検出する。また、動きベクトル検出部 2 5 は、フレームメモリ 2 2 に記憶された現フレームの画像と、フレームメモリ 2 1 に記憶された後フレームの画像との間の注目画素についての動きベクトルを検出する。

- 25     動きベクトル検出部 2 4 および 2 5 のそれぞれで検出された注目画素に関する動きベクトル（動き方向および動き量）は、第 1 領域切り



出し部 2 6 および第 2 領域切り出し部 2 7 に供給される。動きベクトルを検出する方法としては、ブロックマッチング法、相関係数による推定、勾配法等を使用することができる。

第 1 領域切り出し部 2 6 は、これに供給される各フレームの画像データから、動きベクトル検出部 2 4、2 5 で検出された動きベクトルを参照しながら、後述するような位置の画素を抽出し、抽出した画素値を特徴検出部 2 8 に供給する。

特徴検出部 2 8 は、第 1 領域切り出し部 2 6 の出力に基づいて、後述するように、ノイズ成分に係る情報を表現するクラスコードを発生し、発生したクラスコードを係数 ROM 2 9 に供給する。このように、第 1 領域切り出し部 2 6 が抽出する画素は、クラスコードの発生のために使用されるので、クラスタップと称される。

係数 ROM 2 9 は、後述するような学習によって決定される予測係数をクラス毎に、より具体的にはクラスコードに関連するアドレスに沿って、予め記憶している。そして、係数 ROM 2 9 は、特徴検出部 2 8 から供給されるクラスコードをアドレスとして受け、それに対応する予測係数を出力する。

一方、第 2 領域切り出し部 2 7 は、フレームメモリ 2 1、2 2、2 3 がそれぞれ記憶している連続する 3 フレームの画像のデータから予測用の画素を抽出し、抽出した画素の値を推定演算部 3 0 に供給する。推定演算部 3 0 は、第 2 領域切り出し部 2 7 の出力と、係数 ROM 2 9 から読み出される予測係数とに基づいて、以下の式 (1) に示すような重み付け演算を行って、ノイズが除去された予測画像信号を生成する。このように、第 2 領域切り出し部 2 7 が抽出する画素値は、予測画像信号を生成するための重み付け加算において使用されるので、予測タップと称される。

$$y = w_1 \times x_1 + w_2 \times x_2 + \dots + w_n \times x_n \quad (1)$$

ここで、 $x_1, x_2, \dots, x_n$ が各予測タップであり、 $w_1, w_2, \dots, w_n$ が各予測係数である。

第1領域切り出し部26および第2領域切り出し部27によってそれぞれ切り出されるクラスタップおよび予測タップのタップ構造を第7図に示す。第7図において、予測されるべき注目画素を黒丸で示し、クラスタップまたは予測タップとして切り出される画素を影を付した丸で示した。第7図Aには、基本的なクラスタップの構造の一例を示す。注目画素を含む現フレーム $f[0]$ と、時間的に現フレームの前後に位置するフレーム、すなわち、 $f[-1]$ と $f[+1]$ とから注目画素と同一の空間的位置の画素がクラスタップとして切り出される。

すなわち、この例においては、クラスタップが前フレーム $f[-1]$ 、現フレーム $f[0]$ 、後フレーム $f[+1]$ のそれぞれにおいて、1画素のみが抽出されるタップ構造である。

第1領域切り出し部26においては、動きベクトル検出部24および25によって検出された注目画素の動きベクトルが充分小さく、静止部分と判定される場合には、前フレーム $f[-1]$ 、現フレーム $f[0]$ 、後フレーム $f[+1]$ の各フレームにおける同一画素位置の画素がノイズ検出のためのクラスタップとして抽出される。したがって、処理対象の各フレーム内のクラスタップの画素位置は一定であり、タップ構造に変動は無い。

一方、注目画素の動きがある程度以上大きく、動き部分であると判定される場合には、第1領域切り出し部26は、前フレーム $f[-1]$ 、現フレーム $f[0]$ 、後フレーム $f[+1]$ の各フレームから、画像上において注目画素に対応する位置の画素をクラスタップとして

抽出する。つまり、動きベクトルに対応した位置の画素が抽出される。後フレーム  $f [+1]$  の画像データから抽出する画素の位置は、動きベクトル検出部 24 で検出された動きベクトルによって決定され、前フレーム  $f [-1]$  の画像データから抽出する画素の位置は、動きベクトル検出部 25 で検出された動きベクトルによって決定される。

第 7 図 B は、第 2 領域切り出し部 27 によって抽出される基本的な予測タップ構造の一例を示す。注目フレームの画素データと、時間的に注目フレームの前後に位置するフレームの画像データとから、注目画素と、注目画素の周囲に位置する例えば 12 個の画素との計 13 個の画素が予測タップとして切り出される。

さらに、動きベクトル検出部 24、25 から出力される動きベクトルに応じて時間的に切り出し位置がずらされる場合について、第 7 図 C、第 7 図 D に示す。第 7 図 E に示すように、注目フレームにおける動きベクトルが  $(0, 0)$  であり、前フレームにおける動きベクトルが  $(-1, -1)$ 、後フレームにおける動きベクトルが  $(1, 1)$  である場合に、フレーム全体におけるクラスタップ、予測タップの切り出し位置が動きベクトルにしたがって平行移動させられる。

なお、予測タップとして上述のクラスタップと同様のタップ構造を用いても良い。

20     このような動きベクトルに基づく画素抽出の結果、第 1 領域切り出し部 26 によって抽出されるクラスタップは、複数フレーム間における画像上の対応画素となる。同様に、第 2 領域切り出し部 27 によって抽出される予測タップも、動き補正によって、複数フレーム間における画像上の対応画素となる。

25     なお、フレームメモリ数を増やし、3 個に代わって例えば 5 個とし、例えば現フレームおよびその前後の 2 個ずつのフレームを記憶して

、現フレームから注目画素のみを抽出し、前／後の２個ずつのフレームから注目画素に対応する画素を抽出するようなクラスタップ構造を使用しても良い。そのようにした場合には、抽出される画素領域が時間的に拡張されるので、より効果的なノイズ除去が可能となる。

- 5     特徴検出部 28 は、後述するように、第 1 領域切り出し部 26 でクラスタップとして切り出された 3 フレームの画素の画素値の変動から、注目画素についてのノイズ成分のレベル変動を特徴量として検出する。そして、そのノイズ成分のレベル変動に応じたクラスコードを係数 ROM 29 に出力する。つまり、特徴検出部 28 は、注目画素のノイズ成分のレベル変動をクラス分けし、そのクラス分けしたクラスのいずれであるかを示すクラスコードを出力する。

この実施形態においては、特徴検出部 28 は、第 1 領域切り出し部 26 の出力について、ADRC (Adaptive Dynamic Range Coding) を行い、複数フレームに渡る注目画素  
15   の対応画素のレベル変動を ADRC 出力からなるクラスコードを発生する。

第 8 図は、特徴検出部 28 の一例を示す。第 8 図は、1 ビット ADRC によって、クラスコードを発生するものである。

- ダイナミックレンジ検出回路 281 には、前述したように、フレームメモリ 21, 22, 23 のそれぞれから、現フレームの注目画素と  
20   、現フレームの前後のフレームの前記注目画素に対応する 2 個の画素との合計 3 個の画素が供給される。各画素の値は、例えば 8 ビットで表現されている。ダイナミックレンジ検出回路 281 は、3 個の画素の中の最大値 MAX と、最小値 MIN とを検出し、 $MAX - MIN =$   
25   DR なる演算によって、ダイナミックレンジ DR を算出する。

そして、ダイナミックレンジ検出回路 281 は、その出力として、

算出したダイナミックレンジDRと、最小値MINと、入力された3個の画素のそれぞれの画素値Pxを、それぞれ出力する。

ダイナミックレンジ検出回路281からの3個の画素の画素値Pxは、減算回路282に順に供給され、各画素値Pxから最小値MIN5が減算される。各画素値Pxから最小値MINが除去されることで、正規化された画素値が比較回路283に供給される。

比較回路283には、ダイナミックレンジDRを1/2にするビットシフト回路284の出力(DR/2)が供給され、画素値PxとDR/2との大小関係が検出される。画素値PxがDR/2より大きい10時には、比較回路283の1ビットの比較出力が"1"とされ、そうではないときは、前記比較出力が"0"とされる。そして、比較回路283は、順次得られる3画素の比較出力を並列化して3ビットのADRC出力を発生する。

また、ダイナミックレンジDRがビット数変換回路285に供給され、量子化によってビット数が8ビットから例えば5ビットに変換される。そして、このビット数変換されたダイナミックレンジと、3ビットのADRC出力とが、クラスコードとして、係数ROM29に供給される。

上述したようなクラスタップ構造の下では、現フレームの注目画素20と、その前後のフレームの対応画素との間では、画素値の変動が生じない、あるいは小さいはずである。したがって、画素値の変動が検出される場合には、それはノイズに起因すると判定できる。

一例を説明すると、第9図に示す例の場合には、時間的に連続したt-1, t, t+1の各フレームから抽出されたクラスタップの画素25値が1ビットADRCの処理を受けることによって、3ビット[010]のADRC出力が発生する。そして、ダイナミックレンジDRが

5 ビットに変換されたものが出力される。3 ビットのA D R C 出力によって、注目画素についてのノイズレベルの変動が表現される。

この場合、1 ビットではなく、多ビットA D R C を行うようにすれば、ノイズレベル変動をよりの確に表現することが可能となる。また  
5 、ダイナミックレンジD R を5 ビットに変換したコードによって、ノイズレベルの大きさが表現される。8 ビットを5 ビットに変換するのは、クラス数があまり多くならないようにするためである。

このように、特徴検出部 2 8 が生成するクラスコードは、この例の場合にはA D R C の結果として得られる時間方向のノイズレベル変動  
10 に係る例えば3 ビットからなるコードと、ダイナミックレンジD R の結果として得られるノイズレベルに係る例えば5 ビットからなるコードとを含むものとされる。ダイナミックレンジD R をクラス分類に用いることにより、動きとノイズとを区別でき、また、ノイズレベルの違いを区別できる。

15 次に、学習処理、すなわち、係数R O M 2 9 に格納する予測係数を  
得る処理について、第 1 0 図を参照して説明する。ここで、第 6 図中の構成要素と同様な構成要素には、同一の参照符号を付した。

学習を行うために用いられる、ノイズを含まない入力画像信号（教師信号と称する）が、ノイズ付加部 3 1、および正規方程式加算部 3  
20 2 に供給される。ノイズ付加部 3 1 は、入力画像信号にノイズ成分を付加してノイズ付加画像（生徒信号と称する）を生成し、生成した生徒信号をフレームメモリ 2 1 に供給する。第 6 図を参照して説明したように、フレームメモリ 2 1、2 2、2 3 には、時間的に連続する 3 フレームの生徒信号の画像がそれぞれ記憶される。

25 以下の説明は、フレームメモリ 2 2 が現フレームの画像を記憶し、  
また、フレームメモリ 2 1 および 2 3 がそれぞれ、現フレームの後お

よび前のフレームの画像を記憶する場合を例として行う。但し、前述したように、フレームメモリ 2 1、2 2、2 3 の記憶内容は、これに限定されるものではない。

フレームメモリ 2 1、2 2、2 3 の後段においては、第 6 図を参照して上述した処理とほぼ同様な処理がなされる。同じ処理を行うブロックに対しては、第 6 図と同一の参照符号を付した。但し、特徴検出部 2 8 が発生するクラスコードおよび第 2 領域切り出し部 2 7 が抽出する予測タップは、正規方程式加算部 3 2 に供給される。正規方程式加算部 3 2 には、さらに、教師信号が供給される。正規方程式加算部 3 2 は、これら 3 種類の入力に基づいて係数を生成するために、正規方程式を生成する処理を行い、予測係数決定部 3 3 は、正規方程式からクラスコード毎の予測係数を決定する。そして、予測係数決定部 3 3 は、決定した予測係数をメモリ 3 4 に供給する。メモリ 3 4 は、供給される予測係数をクラス毎に記憶する。メモリ 3 4 に記憶される予測係数と、係数 ROM 2 9 (第 6 図) に記憶される予測係数とは、同一のものである。

次に、正規方程式について説明する。上述の式 (1) において、学習前は予測係数  $w_1, \dots, w_n$  が未定係数である。学習は、クラス毎に複数の教師信号を入力することによって行う。教師信号のクラス毎の種類数を  $m$  と表記する場合、式 (1) から、以下の式 (2) が設定される。

$$y_k = w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn} \quad (2)$$
$$(k = 1, 2, \dots, m)$$

$m > n$  の場合、予測係数  $w_1, \dots, w_n$  は一意に決まらないので、誤差ベクトル  $e$  の要素  $e_k$  を、以下の式 (3) で定義する。

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (3)$$

(k = 1, 2, ..., m)

そして、以下の式(4)によって定義される誤差ベクトル  $e$  を最小とするように予測係数を定めるようにする。すなわち、いわゆる最小2乗法によって予測係数を一意に定める。

5

$$e^2 = \sum_{k=0}^m e_k^2 \quad (4)$$

式(4)の  $e^2$  を最小とする予測係数を求めるための実際的な計算方法としては、 $e^2$  を予測係数  $w_i$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) で偏微分し(以下の式(5))、 $i$  の各値について偏微分値が0となるように各予測係数  $w_i$  を定めれば良い。

10

$$\frac{\partial e^2}{\partial w_i} = \sum_{k=0}^m 2 \left( \frac{\partial e_k}{\partial w_i} \right) e_k = \sum_{k=0}^m 2 x_{ki} \cdot e_k \quad (5)$$

15 式(5)から各予測係数  $w_i$  を定める具体的な手順について説明する。式(6)、(7)のように  $X_{ji}$ ,  $Y_i$  を定義すると、式(5)は、以下の式(8)の行列式の形に書くことができる。

$$X_{ji} = \sum_{p=0}^m x_{pi} \cdot x_{pj} \quad (6)$$

20

$$Y_i = \sum_{k=0}^m x_{ki} \cdot y_k \quad (7)$$

25



$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \cdots \\ W_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \cdots \\ Y_n \end{bmatrix} \quad (8)$$

5

式(8)が一般に正規方程式と呼ばれるものである。予測係数決定部33は、上述した3種類の入力に基づいて、正規方程式(8)中の各パラメータを算出し、さらに、掃き出し法等の一般的な行列解法に従って正規方程式(8)を解く計算処理を行って予測係数 $w_i$ を算出

10 する。

次に、ノイズ付加部31におけるノイズ付加を行うためには、例えば以下の4通りの何れかの方法を用いることができる。

1. コンピュータシミュレーションと同様にランダムノイズを発生させて入力画像信号に付加する。

15 2. 入力する画像信号に対しRF系を介してノイズを付加する。

3. レベル変化が少ない平坦な画像信号と、かかる画像信号にRF系を介した処理を行うことによって得られる信号との間の差としてノイズ成分を抽出し、抽出したノイズ成分を入力画像信号に付加する。

4. 平坦な画像信号にRF系を用いた処理を行うことによって得られる信号と、かかる信号をフレーム加算することによってノイズが除去されてなる画像信号成分との差としてノイズ成分を抽出し、抽出したノイズ成分を入力画像信号に付加する。

20 上述したクラス分類適応処理を用いたノイズ除去回路12は、画像信号からノイズを除去するためクラス分類適応処理を行うに際し、例えば注目画素および注目画素に対応する画素等をクラスタップとして抽出し、クラスタップのデータに基づいてフレーム間でのノイズレベ

ルの変動を検出し、検出したノイズレベルの変動に対応してクラスコードを生成するようにしたものである。

- そして、フレームの間の動きを推定し、推定した動きを補正するように、ノイズ成分の検出処理に使用すべき画素（クラスタップ）と予測演算処理に使用すべき画素（予測タップ）を抽出する。そして、ノイズ成分を反映したクラス情報毎に、予測タップと予測係数との線形1次結合によって、ノイズ除去された画像信号を算出する。

- したがって、ノイズ成分のフレーム間変動に的確に対応する予測係数を選択することができるので、そのような予測係数を使用して推定演算を行うことにより、ノイズ成分の除去を良好に行うことができる。

- そして、動きがある場合にもノイズレベルが正しく検出でき、ノイズ除去が可能となる。特に、第1図を参照して説明した動き適応リカーシブフィルタのように動き部分を静止部分であると誤判定することが要因となって画像にボケが生じることを回避することができる。

- さらに、フレーム内において空間的な広がりがないクラスタップ構造、例えば現フレームから注目画素のみが抽出され、現フレームに対して時間的に前／後にあるフレームから注目画素に対応する画素が抽出されるようなタップ構造をクラスタップおよび／または予測タップとして用いる場合には、空間方向のぼけ要因が処理に与える影響を低減することができる。すなわち、例えばエッジ等の影響により、出力画像信号中にぼけが生じることを低減できる。

- このように、クラス分類適応ノイズ除去回路12では、画像の静止、動きに依存せずに、ノイズ除去が行われる。しかしながら、完全な静止部分に関しては、長いフレームの情報を蓄積することができる動き適応リカーシブフィルタには劣る。

この発明においては、前述したように、静止部分では、第 1 図または第 4 図に示すような動き適応リカーシブフィルタの出力を選択出力し、動き部分では、第 6 図に示すようなクラス分類適応ノイズ除去回路の出力を選択出力するので、画像の動き部分、静止部分のいずれに  
5 おいても、良好にノイズ除去がなされた画像信号出力が得られる。

なお、クラス分類適応除去回路の説明における第 1 領域切り出し部 2 6 および第 2 領域切り出し部 2 7 でのクラスタップおよび予測タッ  
プは、一例であって、これに限るものでないことは言うまでもない。

また、特徴検出部 2 8 は、上述の説明では、1 ビット A D R C のエ  
10 ンコード回路を用いたが、上述したように多ビット A D R C のエン  
コード回路としてもよいし、また、A D R C 以外の符号化回路を用いる  
ようにしてもよい。

さらに、以上の説明においては、動き適応型リカーシブフィルタ 1  
1 の出力と、クラス分類適応ノイズ除去回路 1 2 の出力との選択は、  
15 画素単位に行うように説明したが、画素単位ではなく、所定個数の画  
素からなる画素ブロックやオブジェクト単位、さらには、フレーム単  
位で、選択を行うようにしてもよい。それらの場合には、静動判定回  
路においては、選択単位で静動判定を行う。

また、以上の例では、一つの動き適応型リカーシブフィルタの出力  
20 と、一つのクラス分類適応除去回路の出力との 2 者択一の選択とした  
が、動き適応リカーシブフィルタおよび／またはクラス分類適応処理  
によるノイズ除去回路を複数個設け、それらから、出力画像信号を選  
択するようにすることもできる。

この発明の一実施形態は、処理をハードウェアにより実施するのに  
25 限らず、ソフトウェアによって実施することも可能である。ソフトウ  
ェアによる処理について以下に説明する。第 1 1 図は、一実施形態の

ノイズ除去処理の流れを示すフローチャートである。ステップ S 1 および S 2 で示すように、クラス分類適応ノイズ除去処理と動き適応型リカーシブフィルタ処理とが並行してなされる。それぞれの処理で求められた出力の差分が演算される（ステップ S 3）。

- 5     ステップ S 4 において、差分が絶対値化され、判定のステップ S 5 において、差分の絶対値が大きいかなんかが決定される。差分の絶対値が大きいと決定されると、クラス分類適応ノイズ除去の出力が選択される（ステップ S 6）。そうでないときは、動き適応型リカーシブフィルタの出力が選択される（ステップ S 7）。以上で 1 画素当りの処理が終了する。

第 12 図は、動き適応型リカーシブフィルタの処理 S 2 の詳細を示すフローチャートである。最初のステップ S 11 において、フレームメモリに初期入力画像が格納される。次のステップ S 12 では、フレームメモリ内の画像と次の入力画像の差分（フレーム差分）が演算される。この差分がステップ S 13 において、絶対値化される。

絶対値化された差分がステップ S 14 において、しきい値と比較される。差分がしきい値以上のときには、入力画像信号に対して乗じられる重み係数  $k$  が 1 に設定される（ステップ S 15）。すなわち、動き部分であるために、フレームメモリの出力信号に対して乗じられる重み係数  $(1 - k)$  が 0 とされる。一方、差分がしきい値よりも小さいときには、ステップ S 16 において、 $k$  が  $(0 \sim 0.5)$  の範囲内の値に設定される。

そして、フレームメモリ内の画素と次の入力画像の同一位置の画素とが重み付け加算される（ステップ S 17）。加算結果がフレームメモリに対して格納される（ステップ S 18）。これと共に、処理がステップ S 12 に戻る。そして、加算結果が出力される（ステップ S 1

9)。

第13図は、クラス分類適応ノイズ除去処理S1の詳細を示すフローチャートである。最初のステップS21において、現フレームと前フレーム間で動きベクトルが検出される。次のステップS22においては、現フレームと次のフレーム間で動きベクトルが検出される。ステップS23では、第1領域切り出しがなされる。すなわち、クラスタップが抽出される。抽出されたクラスタップに対して、ステップS24において、特徴検出の処理がなされる。予め学習処理が取得している係数の内で、検出された特徴に対応するものが読み出される（ステップS25）。

ステップS26では、第2領域（予測タップ）が切り出される。ステップS27では、係数と予測タップを用いて推定演算がなされ、ノイズ除去された出力が得られる。なお、第1領域切り出し処理（ステップS23）および第2領域切り出し処理（ステップS26）においては、ステップS21およびS22において検出された動きベクトルに基づいて切り出し位置が変更される。

第14図は、クラス分類適応ノイズ除去処理に使用する係数を得るための学習処理の流れを示すフローチャートである。ステップS31では、ノイズのない画像信号（教師信号）に対してノイズを付加して、生徒信号を生成する。生徒信号に関して、ステップS32において、現フレームと前フレーム間で動きベクトルが検出される。次のステップS33においては、現フレームと次のフレーム間で動きベクトルが検出される。検出されたこれらの動きベクトルによって領域切り出し位置が変更される。

ステップS34では、第1領域（クラスタップ）切り出しがなされる。抽出されたクラスタップに基づいて特徴検出がなされる（ステッ

プ S 3 5 )。次にステップ S 3 6 において、第 2 領域 (予測タップ) 切り出しがなされる。そして、ステップ S 3 7 では、教師画像信号、予測タップのデータおよび検出された特徴に基づいて、予測係数を解とする正規方程式を解くために必要なデータが計算される。

5     そして、ステップ S 3 8 では、正規方程式の加算が終了したか否かが決定される。終了していない場合には、ステップ S 3 1 に処理が戻る。処理が終了したと決定されると、ステップ S 3 9 において、予測係数が決定される。求められた予測係数がメモリに格納され、ノイズ除去処理で使用する。

10    以上説明したように、この発明によるノイズ除去回路によれば、静止部分では、動き適応リカーシブフィルタなどの静止部分についてのノイズ除去効果が大きいノイズ除去回路の出力を選択出力し、動き部分では、クラス分類適応ノイズ除去回路などの動き部分でのノイズ除去が可能なノイズ除去回路の出力を選択出力するので、画像の動き部  
15    分、静止部分のいずれにおいても、良好にノイズ除去がなされた画像信号出力が得られる。

次に、この発明をアップコンバートを行う解像度変換装置に対して適用した他の実施形態について、第 1 5 図以降の図面を参照して説明する。以下に説明する他の実施形態は、前述した標準テレビジョン方式  
20    式 (以下、S D という) の画像信号を入力画像信号として、これを、ハイビジョン方式 (以下、H D という) の出力画像信号に変換する場合である。そして、以下に説明する他の実施形態では、第 1 6 図に示すように、S D 画像の 1 個の注目画素毎について、H D 画像の 4 個の画素を創造して、解像度変換するものである。

25    第 1 5 図は、他の実施形態の構成を示すブロック図である。第 1 5 図に示すように、この例では、入力画像信号は画素ごとに、蓄積形処

理による解像度変換部の一例を構成する高密度蓄積解像度変換回路 1 1 1 に供給されるとともに、クラス分類適応処理による解像度変換部の一例を構成するクラス分類適応処理解像度変換回路 1 1 2 に供給される。

- 5     高密度蓄積解像度変換回路 1 1 1 は、H D 相当の画像の画像信号を記憶するフレームメモリを備え、そのフレームメモリに記憶されている画像信号による画像と、S D 入力画像信号による画像との間での動きを参照して画素位置を補正をしながら、S D 入力画像信号を、そのフレームメモリに蓄積するようにすることで、当該フレームメモリに
- 10   、H D 相当の出力画像信号を生成するもので、その詳細な構成については後述する。この高密度蓄積解像度変換回路 1 1 1 からの H D 相当の変換画像信号は、出力選択部 1 1 3 に供給される。

- また、クラス分類適応処理解像度変換回路 1 1 2 は、S D 入力画像信号による画像中の注目画素についての特徴を、その注目画素と、その時間的および空間的な周囲画素とを含む複数個の画素から検出する
- 15   。そして、その注目画素を検出した特徴に基づいてクラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている画像変換演算処理により、注目画素に対応する H D 画像中の複数画素を生成することにより、高解像度の出力画像信号を生成するもので、その詳細な構成については後述する。このクラス分類適応処理解像度変換回路 1 1 2 からの
- 20   H D 相当の変換画像信号も、出力選択部 1 1 3 に供給される。

- 出力選択部 1 1 3 は、後で詳述する判定回路 1 1 4 と、選択回路 1 1 5 とからなり、高密度蓄積解像度変換回路 1 1 1 からの変換画像信号と、クラス分類適応処理解像度変換回路 1 1 2 からの変換画像信号
- 25   とは、それぞれ、選択回路 1 1 5 に供給される。

      また、高密度蓄積解像度変換回路 1 1 1 からの変換画像信号と、ク

ラス分類適応処理像度変換回路 1 1 2 からの変換画像信号とは、判定回路 1 1 4 に供給される。判定回路 1 1 4 では、それら 2 つの変換画像信号から、それらの画像信号による画像の動きとアクティビティとを、それぞれ所定数の画素単位で判定し、その判定結果に応じて、

5 選択回路 1 1 5 を、高密度蓄積解像度変換回路 1 1 1 からの変換画像信号と、クラス分類適応処理像度変換回路 1 1 2 からの変換画像信号のいずれか一方を、所定数の画素単位で選択するように選択制御する選択制御信号を生成する。この例では、各画素ごとに、どちらの変換画像信号を選択するかを判定し、その判定出力を選択制御信号として、

10 選択回路 1 1 5 に供給する。

[高密度蓄積解像度変換回路の構成例]

第 1 7 図は、この実施形態に用いられる高密度蓄積解像度変換回路 1 1 1 の構成例を示すものである。この高密度蓄積解像度変換回路 1 1 1 は、シーンチェンジやズームを除いた、静止や、全画面で単純な

15 パン、チルトの動きを持つ画像の解像度変換に有効である。

高密度蓄積解像度変換回路 1 1 1 は、第 1 7 図に示すように、フレームメモリ 2 1 0 を備える。このフレームメモリ 2 1 0 は、HD 画像相当の解像度（第 1 6 図参照）の 1 フレームの画像信号の各画素値を格納する。

20 SD 入力画像信号は、まず、線形補間部 2 1 1 に供給される。この線形補間部 2 1 1 は、SD 入力画像信号から、線形補間により、HD 画像相当の画素数の画像信号を生成し、動きベクトル検出部 2 1 2 に出力する。この線形補間部 2 1 1 での処理は、SD 入力画像と、フレームメモリ 2 1 0 内の HD 相当画像との間で動きベクトル検出を行う

25 際に、同じ画像サイズでマッチングを行うためである。

動きベクトル検出部 2 1 2 では、線形補間部 2 1 1 の出力画像と、



フレームメモリ 210 に蓄えられている H D 画像相当の画像との間で動きベクトル検出を行う。動きベクトル検出の手法としては、例えば全画面での代表点マッチングを行う。この場合、検出される動きベクトルの精度は、H D 相当の画像において 1 画素単位分とする。つまり

5 、S D 画像の入力画像信号では、1 画素分以下の精度を持つ。

動きベクトル検出部 212 で検出された動きベクトルは、位相シフト部 213 に供給される。位相シフト部 213 は、これに供給される動きベクトルに応じて、S D 入力画像信号の位相シフトを行い、画像蓄積処理部 214 に供給する。画像蓄積処理部 214 では、フレーム

10 メモリ 210 に記憶されている画像信号と、位相シフト部 213 で位相シフトした S D 入力画像信号との蓄積処理を行い、蓄積処理した画像信号により、フレームメモリ 210 の記憶内容を書き換える。

画像蓄積処理部 214 での処理の概念図を第 18 図および第 19 図に示す。第 18 図および第 19 図は、説明の簡単のために、垂直方向

15 のみについての蓄積処理を示すが、水平方向についても同様に蓄積処理が行われる。

第 18 図 A および第 19 図 A が S D 入力画像信号を示し、第 19 図において、黒丸は、S D 画像上で実際に存在する画素であり、白丸は存在しない画素を示している。第 19 図の例は、動きベクトル検出部

20 212 において、H D 相当の画像で垂直方向に 3 画素分の動きが検出されたので、位相シフト部 213 で、S D 入力画像信号を、その 3 画素分、垂直方向に位相シフトしたものを示している。この場合、検出される動きベクトルの精度は、上述したように、H D 相当の 1 画素であるので、位相シフト後の S D 入力画像信号における画素位置は、第

25 19 図 B に示されるように、フレームメモリ 210 に記憶されている H D 画像相当の画像信号におけるいずれかの画素位置に対応するもの

となっている。

そして、画像蓄積処理においては、位相シフト後の各画素と、それに対応するフレームメモリ 210 のHD画像相当の画像信号（第18図B、第19図C）における各画素とを、互いに加算し、平均化した後、その加算出力画素により、フレームメモリ 210 の対応する画素を書き換えるようにする。つまり、SD画像の動きに対して動き補償を行い、同じ位置にあるHD蓄積画像の画素とSD入力画像の画素の足し合わせを行うものである。なお、この足し合わせに関しては、HD蓄積画像と、SD入力画像間で重み付けを行ってもよい。

10 この画像蓄積処理により、元のSD画像が、HD画像の1画素単位の精度で動きベクトルに応じてシフトされて、フレームメモリ 210 に蓄積される結果、第19図Aに示すSD画像に対して、フレームメモリ 210 に記憶される画像は、第18図Bまたは第19図Cに示すようなHD相当の画像となる。第18図および第19図は、垂直方向  
15 のみについての説明図であるが、水平方向についても同様にSD画像からHD相当画像に変換されるものである。

上述のような蓄積処理によりフレームメモリ 210 に蓄積された画像信号がHD出力画像信号として、高密度蓄積解像度変換回路 111 の出力として、出力選択部 113 に供給される。この高密度蓄積解像  
20 度変換回路 111 からのHD出力画像信号は、上述したような画像の時間方向の高密度蓄積処理により生成されるものであるため、前述したように、シーンチェンジやズームなどを除いた、画像の静止部分や、単純なパン、チルトの動きを持つSD入力画像の場合には、劣化がなく、かつ、折り返し歪みのないHD出力画像を得ることができる。

25 しかし、それ以外のシーンチェンジ部分やズーム部分など、動き多い部分の場合には、以下に説明する、1個以上の所定数の画素単位で

の S D - H D 変換を行うクラス分類適応処理画像度変換回路の方が、高品質の H D 出力画像を得ることができる。

〔クラス分類適応処理画像度変換回路の構成例〕

次に、他の実施形態に用いられるクラス分類適応処理画像度変換回路 1 1 2 について詳細に説明する。以下に説明する例では、クラス分類適応処理として、S D 入力画像信号の注目画素について、注目画素の特徴に応じてクラス分類を行い、クラス毎に予め学習によって獲得された予測係数をメモリに格納しておき、かかる予測係数を使用した重み付け加算式に従う演算処理によって、注目画素に対応する複数個の H D 画素の最適な推定画素値を出力する処理を挙げている。

第 2 0 図は、この実施形態に用いられるクラス分類適応処理画像度変換回路 1 1 2 の全体的構成例を示すものである。

処理されるべき S D 入力画像信号はフィールドメモリ 2 2 1 に供給される。このフィールドメモリ 2 2 1 には常時 1 フィールド前の S D 画像信号が記憶されている。そして、S D 入力画像信号と、フィールドメモリ 2 2 1 に記憶されている 1 フィールド前の S D 画像信号とは、第 1 領域切り出し部 2 2 2 および第 2 の領域切り出し部 2 2 3 に供給される。

第 1 領域切り出し部 2 2 2 は、S D 入力画像信号における注目画素の特徴を抽出するために、S D 入力画像信号や S D 画像信号から複数画素（以下に説明するようにクラスタップと称する）を注目する処理を行う。

第 1 領域切り出し部 2 2 2 は、抽出した複数画像の画素値を特徴検出部 2 2 4 に供給する。特徴検出部 2 2 4 は、第 1 領域の注目画素およびその時間的、空間的周囲画素から、注目画素についての特徴を表現するクラスコードを発生し、発生したクラスコードを係数 R O M 2

2 5 に供給する。このように、第 1 領域切り出し部 2 2 2 が切り出す複数個の画素は、クラスコードの発生のために使用されるので、前述したように、クラスタップと称される。

5 係数 R O M 2 2 5 は、後述するような学習によって決定される予測係数をクラス毎に、より具体的にはクラスコードに関連するアドレスに沿って、予め記憶している。そして、係数 R O M 2 2 5 は、特徴検出部 2 2 4 から供給されるクラスコードをアドレスとして受け、それに対応する予測係数を出力する。

10 一方、第 2 領域切り出し部 2 2 3 は、S D 入力画像信号と、フィールドメモリ 2 2 1 が記憶している 1 フィールド前の S D 画像信号とから、予測用の画素領域（第 2 領域）に含まれる注目画素を含む複数個の予測用画素を抽出し、抽出した画素の値を推定演算部 2 2 6 に供給する。

15 推定演算部 2 2 6 は、第 2 領域切り出し部 2 2 3 からの複数個の予測用画素の画素値と、係数 R O M 2 2 5 から読み出される予測係数とに基づいて、以下の式（11）に示すような演算を行って、S D 画像の注目画素に対応する H D 画像の複数個の画素値を求めて、予測 H D 画像信号を生成する。このように、第 2 領域切り出し部 2 2 3 が抽出する画素値は、予測 H D 画像信号を生成するための重み付け加算において使用されるので、予測タップと称される。式（11）は、上述した一実施形態における式（1）と同様のものである。

$$y = w_1 \times x_1 + w_2 \times x_2 + \dots + w_n \times x_n \quad (11)$$

ここで、 $x_1, x_2, \dots, x_n$  が各予測タップであり、 $w_1, w_2, \dots, w_n$  が各予測係数である。

25 次に、第 2 1 図を参照して、第 1 領域切り出し部 2 2 2 で抽出されるクラスタップの例を説明する。この例では、クラスタップとして抽

出される複数画素は、第 2 1 図に示すものとされており、注目画素が含まれるフィールドと、その前のフィールドとを含むものとしている。

第 2 1 図において、黒丸で示す画素は、第  $n$  フィールド（例えば奇数フィールド）の画素を示し、また、白丸で示す画素は、第  $n + 1$  フィールド（例えば偶数フィールド）の画素を示しており、クラスタップは、注目画素と、その時間的および空間的に近傍の複数個の画素とからなるものとされる。

そして、注目画素が第  $n$  フィールドの画素のときには、第 2 1 図 A に示すようなクラスタップの構造とされており、その  $n$  フィールドからは注目画素と、その上下の 1 個ずつの画素と、その左右の 2 個ずつ画素との 7 個の画素がクラスタップとして抽出され、その前のフィールドからは、注目画素に空間的に隣接する 6 個の画素がクラスタップとして抽出される。したがって、合計 13 個の画素がクラスタップとして切り出される。

また、注目画素が第  $n + 1$  フィールドの画素のときには、第 2 1 図 B に示すようなクラスタップの構造とされており、その  $n + 1$  フィールドからは注目画素と、その左右の 1 個ずつの画素との 3 個の画素がクラスタップとして抽出され、その前のフィールドからは、注目画素に空間的に隣接する 6 個の画素がクラスタップとして抽出される。したがって、合計 9 個の画素がクラスタップとして切り出される。

第 2 領域切り出し部 2 7 で切り出される予測タップについても、この例では、上述のクラスタップと同様のタップ構造が用いられる。

次に、特徴検出部 2 2 4 の構成例について説明する。他の実施形態では、第 1 領域切り出し部 2 2 2 でクラスタップとして切り出される複数個の画素値パターンを、注目画素の特徴としている。この画素値

パターンは、クラスタップに応じた複数個が存在することになるが、その画素値パターンのそれぞれを1つのクラスとする。

特徴検出部224は、第1領域切り出し部222でクラスタップとして切り出された複数個の画素値を用いて、注目画素についての特徴  
5 をクラス分類して、予めクラスタップに応じて想定される複数個のクラスのうちのいずれであるかを示すクラスコードを出力する。

この実施形態においては、特徴検出部224は、第1領域切り出し部222の出力について、ADRC (Adaptive Dynamic Range Coding) を行い、そのADRC出力を注目  
10 画素の特徴を表すクラスコードとして発生する。

第22図は、特徴検出部224の一例を示す。第22図は、1ビットADRCによって、クラスコードを発生するものである。

ダイナミックレンジ検出回路121には、前述したように、第1領域切り出し部222から、クラスタップとして、13個あるいは9個  
15 の画素が供給される。各画素の値は、例えば8ビットで表現されている。ダイナミックレンジ検出回路121は、クラスタップとしての複数個の画素の中の最大値MAXと、最小値MINとを検出し、 $MAX - MIN = DR$ なる演算によって、ダイナミックレンジDRを算出する。

20 そして、ダイナミックレンジ検出回路121は、その出力として、算出したダイナミックレンジDRと、最小値MINと、入力された複数個の画素のそれぞれの画素値Pxを、それぞれ出力する。

ダイナミックレンジ検出回路121からの複数個の画素の画素値Pxは、減算回路22に順に供給され、各画素値Pxから最小値MIN  
25 が減算される。各画素値Pxから最小値MINが除去されることで、正規化された画素値が比較回路123に供給される。

比較回路 1 2 3 には、ダイナミックレンジ  $DR$  を  $1/2$  にするビットシフト回路 1 2 4 の出力 ( $DR/2$ ) が供給され、画素値  $P_x$  と  $DR/2$  との大小関係が検出される。そして、第 2 3 図に示すように、画素値  $P_x$  が  $DR/2$  より大きい時には、比較回路 1 2 3 の 1 ビット  
5 の比較出力が“1”とされ、そうでないときは、比較回路 1 2 3 の 1 ビットの比較出力が“0”とされる。そして、比較回路 1 2 3 は、順次得られるクラスタップとしての複数個の画素の比較出力を並列化して 1 3 ビットあるいは 9 ビットの  $ADRC$  出力を発生する。

また、ダイナミックレンジ  $DR$  がビット数変換回路 1 2 5 に供給され、量子化によってビット数が 8 ビットから例えば 5 ビットに変換される。そして、このビット数変換されたダイナミックレンジと、 $ADRC$  出力とが、クラスコードとして、係数  $ROM$  2 2 5 に供給される。  
10

なお、1 ビットではなく、多ビット  $ADRC$  を行うようにすれば、注目画素の特徴を、より詳細にクラス分類することができることは勿論である。  
15

次に、学習、すなわち、係数  $ROM$  2 2 5 に格納する予測係数を得る処理について、第 2 4 図を参照して説明する。ここで、第 2 0 図のクラス分類適応処理解像度変換回路 1 1 2 中の構成要素と同様な構成要素には、同一の参照符号を付した。  
20

学習を行うために用いられる  $HD$  画像信号（教師信号と称する）が、間引き処理部 1 3 1 および正規方程式加算部 1 3 2 に供給される。間引き処理部 1 3 1 は、 $HD$  画像信号について間引き処理を行って、 $SD$  画像信号（生徒信号と称する）を生成し、生成した生徒信号をフィールドメモリ 2 2 1 に供給する。第 2 0 図を参照して説明したように、フィールドメモリ 2 2 1 には、時間的に 1 フィールド前の生徒信  
25

号の 1 フィールドが記憶される。

フィールドメモリ 2 2 1 の後段においては、第 2 0 図を参照して上述した処理とほぼ同様な処理がなされる。但し、特徴検出部 2 2 4 が発生するクラスコードおよび第 2 領域切り出し部 2 2 3 が抽出する予測タップは、正規方程式加算部 1 3 2 に供給される。正規方程式加算部 1 3 2 には、さらに、教師信号が供給される。正規方程式加算部 1 3 2 は、これら 3 種類の入力に基づいて係数を生成するために、正規方程式を生成する処理を行い、予測係数決定部 1 3 3 は、正規方程式からクラスコード毎の予測係数を決定する。そして、予測係数決定部 1 3 3 は、決定した予測係数をメモリ 1 3 4 に供給する。メモリ 1 3 4 は、供給される予測係数を記憶する。メモリ 1 3 4 に記憶される予測係数と、係数 ROM 2 2 5 (第 2 0 図) に記憶される予測係数とは、同一のものである。

上述の式 (1 1) における予測係数  $w_1, \dots, w_n$  をクラス毎に決定する処理は、上述した一実施形態において式 (2) ~ 式 (8) を参照して説明したのと同様のものであるので、その説明を省略する。

以上のようにして、クラス分類適応処理像度変換回路 1 1 2 は、S D 画像の注目画素の特徴をクラス分類し、分類されたクラスに基づいて、予め用意された予測係数を用いた推定演算を行うことによって、注目画素に対応する H D 画像の複数画素を創造する。

したがって、S D 画像の注目画素の特徴に的確に対応する予測係数を選択することができるので、そのような予測係数を使用して推定演算を行うことにより、注目画素に対応する H D 画像の複数画素を良好に創造することができる。そして、動きがある場合にも劣化の少ない変換画像信号を得ることができる。

このように、クラス分類適応処理像度変換回路 1 1 2 では、画像



の静止、動きに依存せずに、劣化の少ない変換画像信号を得ることができるが、前述したような完全な静止部分や、パン、チルトなどの画像全体の単純な動きに関しては、長いフレームの情報を蓄積することができる高密度蓄積解像度変換回路 1 1 1 からの変換画像信号には劣る。

他の実施形態においては、以上のような、2つの解像度変換回路 1 1 1、1 1 2 の特徴を生かして、出力選択部 1 1 3 から、より劣化の少ない解像度変換出力画像信号を、適切に得るようにしている。すなわち、出力選択部 1 1 3 では、その判定回路 1 1 4 で、いずれの解像度変換出力を選択するかを判定し、その判定出力により、選択回路 1 1 5 から、適切な解像度変換出力画像信号が得られるように制御する。

次に、第 1 5 図に戻って判定回路 1 1 4 の詳細について説明すると共に、それによる選択動作について説明する。

15 判定回路 1 1 4 においては、高密度蓄積解像度変換回路 1 1 1 からの変換画像信号と、クラス分類適応処理解像度変換回路 1 1 2 からの変換画像信号とが、差分値算出回路 2 4 1 に供給されて、両者の差分値が算出される。そして、その差分値が絶対値化回路 2 4 2 にて絶対値化され、比較判定回路 2 4 3 に供給される。

20 比較判定回路 2 4 3 では、絶対値化回路 2 4 2 からの差分値の絶対値が、予め定めた値よりも大きいかな否かを判定し、その判定結果を選択信号生成回路 2 4 9 に供給する。

選択信号生成回路 2 4 9 は、比較判定回路 2 4 3 から、絶対値化回路 2 4 2 からの差分値の絶対値が予め定めた値よりも大きいという判定結果を受けたときには、クラス分類適応処理解像度変換回路 1 1 2  
25 からの解像度変換画像信号を選択回路 1 1 5 で選択するようにするた

めの選択制御信号を生成し、選択回路 1 1 5 に供給する。

このように選択するのは、以下のような理由による。すなわち、前述したように、高密度蓄積解像度変換回路 1 1 1 の場合、静止や単純なパン、チルトの画像では信号劣化が少ないが、回転や変形といった動きや、画像中のオブジェクトの動きに対しては、画像信号に劣化が見られる。そのため、高密度蓄積解像度変換回路 1 1 1 からの変換画像信号と、クラス分類適応処理解像度変換回路 1 1 2 からの変換画像信号との両者の出力画素のレベルが極端に異なる場合は、それがの劣化によるものと考えられる。

したがって、差分値算出回路 2 4 1 で算出された差分値の絶対値が、予め定めたしきい値よりも大きい場合には、動きにも対応できるクラス分類適応処理解像度変換回路 1 1 2 からの変換画像信号を用いたほうが良い。以上のことから分かるように、差分値算出回路 2 4 1、絶対値化回路 2 4 2、比較判定回路 2 4 3 は、画像の静動判定回路を構成するものである。

次に、比較判定回路 2 4 3 で、絶対値化回路 2 4 2 からの差分値の絶対値が、予め定めた値よりも小さいと判定されたときには、選択信号生成回路 2 4 9 は、以下に説明するように、高密度蓄積解像度変換回路 1 1 1 からの変換画像信号と、クラス分類適応処理解像度変換回路 1 1 2 からの変換画像信号のうちのアクティビティの大きい方の画素を、選択回路 1 1 5 から出力するようにする選択制御信号を生成し、選択回路 1 1 5 に供給する。アクティビティの大きい方の画素を出力することで、よりアクティビティの高いぼけのない画像を出力することができる。

なお、アクティビティの規範としては、この例では、H D 相当の解像度変換出力信号についての、S D 画像の注目画素の前後の複数画素

からなる特定領域のダイナミックレンジを用いている。

このため、判定回路 1 1 4 においては、高密度蓄積解像度変換回路 1 1 1 からの変換画像信号と、クラス分類適応処理解像度変換回路 1 1 2 からの変換画像信号とがそれぞれアクティビティ演算のための領域 5 を切り出す領域切り出し部 2 4 4 と、2 4 5 とにそれぞれ供給される。

領域切り出し部 2 4 4 および 2 4 5 は、高密度蓄積解像度変換回路 1 1 1 およびクラス分類適応処理解像度変換回路 1 1 2 からの H D 相当の解像度変換出力信号について、例えば第 2 5 図 B および第 2 5 図 10 C において破線で示すように、S D 画像の注目画素の前後の複数画素を、アクティビティ演算領域の画素として切り出す。

アクティビティ演算のための領域として切り出された複数画素は、それぞれアクティビティとしてのダイナミックレンジを検出する検出部 2 4 6 および 2 4 7 に供給され、それぞれ領域内のアクティビティ 15 (この例では、ダイナミックレンジ) が検出される。そして、それらの検出出力が比較回路 2 4 8 に供給され、両者のダイナミックレンジの大きさが比較され、その比較出力が選択信号生成回路 2 4 9 に供給される。

選択信号生成回路 2 4 9 は、比較判定回路 2 4 3 の判定出力が、差分 20 値の絶対値が所定のしきい値よりも小さいことを示している場合において、比較回路 2 4 8 の出力に基づき、アクティビティ演算領域として切り出された複数画素のダイナミックレンジが大きい方の解像度変換出力を選択して出力するようにする選択制御信号を生成して、それを選択回路 1 1 5 に供給する。

25 以上の判定回路 1 1 4 および選択回路 1 1 5 の動作を、第 2 6 図のフローチャートを参照しながら、さらに説明する。この第 2 6 図のフ

ローチャートの動作は、判定回路 114 を、ソフトウェア処理により実現する場合にも相当している。以下の説明は、高密度蓄積解像度変換回路 111 の出力とクラス分類適応処理解像度変換回路 112 の出力のうち、適当な方を画素単位に選択する例について述べる。

- 5     まず、両者の画素の差分値を算出し（ステップ S101）、差分値の絶対値がしきい値より大きいかな否かを判定し（ステップ S102）、大きい場合には、クラス分類適応処理解像度変換回路 112 からの変換出力画像信号を選択して出力する（ステップ S107）。

- 10    次に、この差分値の絶対値が小さい場合、前述したアクティビティ演算領域単位で、両者のアクティビティ（この例では、ダイナミックレンジ）を算出し（ステップ S103、S104）、算出した両アクティビティを比較し（ステップ S105）、アクティビティの大きい方の画素を出力する（ステップ S106、S108）。これにより、よりアクティビティの高いぼけのない画像が選択されて出力される。

- 15    なお、アクティビティの規範としては、上述の例では、第 25 図に示すような点線で囲まれた特定の領域内でのダイナミックレンジを用いるようにしたが、これに限られるものではなく、それ以外にも、例えば、特定領域内の分散や、注目画素とその両隣の画素の差分絶対値和等を用いることもできる。

- 20    また、以上の選択処理の説明においては、画素単位で選択する場合について説明したが、画素単位で選択するものに限定されるものではなく、ブロック単位、オブジェクト単位、フレーム単位等であってもよい。

- 25    また、以上の例では、一つの高密度蓄積解像度変換回路の出力と、一つのクラス分類適応処理解像度変換回路の出力との 2 者択一の選択としたが、高密度解像度変換回路および／またはクラス分類適応処理

解像度変換回路をそれぞれ複数個設け、それらから、出力画像信号を選択するようにすることもできる。

さらに、クラス分類適応処理の説明における第1領域切り出し部222および第2領域切り出し部223でのクラスタップおよび予測タップは、一例であって、これに限るものでないことは言うまでもない。また、上述の説明では、クラスタップと予測タップの構造は同じものとしたが、両者は、同じ構造としなくてもよい。

また、上述の実施形態は、SD画像からHD画像への変換について例示したが、これに限らず、あらゆる解像度の変換に応用できる。また、クラス分類適応処理と、高密度蓄積も、上述のような形態のものに限定されるものではない。

この発明の他の実施形態は、処理をハードウェアにより実施するのに限らず、ソフトウェアによって実施することも可能である。ソフトウェアによる処理について以下に説明する。第27図は、一実施形態の解像度変換処理の流れを示すフローチャートである。ステップS111およびS112で示すように、クラス分類適応処理による解像度変換処理と高密度蓄積処理による解像度変換処理とが並行してなされる。それぞれの処理で求められた出力が出力判定処理によって処理される(ステップS113)。そして、ステップS113による判定結果に応じて、ステップS114において、出力が選択される。以上で1画素当りの処理が終了する。

第28図は、高密度蓄積処理による解像度変換処理S112の詳細を示すフローチャートである。最初のステップS121において、初期入力フレーム画像を線形補間し、HDの画素数を有する画像を形成する。この補間後の画像がフレームメモリに格納される(ステップS122)。ステップS123では、次のフレームに対して同様に線形

補間がなされる。そして、ステップ S 1 2 4 において、線形補間で得られた 2 フレームの画像を使用して動きベクトルが検出される。

ステップ S 1 2 5 では、検出された動きベクトルによって入力 S D 画像が位相シフトされる。位相シフトされた画像が画像蓄積処理を受ける（ステップ S 1 2 6）。次のステップ S 1 2 7 において、蓄積結果がフレームメモリに格納される。そして、フレームメモリから画像が出力される（ステップ S 1 2 8）。

第 2 9 図は、クラス分類適応処理による解像度変換処理 S 1 1 1 の詳細を示すフローチャートである。最初のステップ S 1 3 1 では、第 1 領域切り出しがなされる。すなわち、クラスタップが抽出される。抽出されたクラスタップに対して、ステップ S 1 3 2 において、特徴検出の処理がなされる。予め学習処理が取得している係数の内で、検出された特徴に対応するものが読み出される（ステップ S 1 3 3）。ステップ S 1 3 4 では、第 2 領域（予測タップ）が切り出される。ステップ S 1 3 5 では、係数と予測タップを用いて推定演算がなされ、アップコンバートされた出力（H D 画像）が得られる。

第 3 0 図は、クラス分類適応による解像度変換処理に使用する係数を得るための学習処理の流れを示すフローチャートである。ステップ S 1 4 1 では、高解像度の H D 信号（教師信号）が間引き処理されることによって、生徒信号が生成される。生徒信号に関して、ステップ S 1 4 2 では、第 1 領域（クラスタップ）切り出しがなされる。抽出されたクラスタップに基づいて特徴検出がなされる（ステップ S 1 4 3）。次にステップ S 1 4 4 において、第 2 領域（予測タップ）切り出しがなされる。そして、ステップ S 1 4 5 では、教師画像信号、予測タップのデータおよび検出された特徴に基づいて、予測係数を解とする正規方程式を解くために必要なデータが計算される。

そして、ステップ S 1 4 6 では、正規方程式の加算が終了したか否かが決定される。終了していない場合には、ステップ S 1 4 2（第 1 領域切り出し処理）に処理が戻る。処理が終了したと決定されると、ステップ S 1 4 7 において、予測係数が決定される。求められた予測  
5 係数がメモリに格納され、解像度変換処理で使用される。

以上説明したように、この発明の他の実施形態によれば、時間方向の情報を長く扱える高密度蓄積構造とクラス分類適応処理の結果を画素ごとに選択できるため、劣化のない高画質な画像を出力できる。

この発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、この発  
10 明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変形や応用が可能である。

## 請求の範囲

1. 入力画像信号を受け取り、入力画像信号より高品質な出力画像信号を生成する画像処理装置において、

出力画像信号と同質の画像信号を格納する格納手段を有し、上記入力画像信号と上記格納手段に格納された画像とを加算することによって、入力画像より高品質の第1の画像信号を生成すると共に、上記格納手段に上記第1の画像信号を格納する第1の信号処理手段と、

上記出力画像信号中の注目画素位置に応じて、上記入力画像信号に基づく特徴を抽出し、上記特徴によって上記注目画素を複数のクラスの一つに分類し、分類された上記クラスに対応して予め定められた演算方式で、上記入力画像信号を演算することで、入力画像より高品質の第2の画像信号を生成する第2の信号処理手段と、

上記第1の画像信号と上記第2の画像信号とに基づいた判定を行い、上記第1および第2の画像信号の内的一方を出力画像信号として選択する出力選択手段と

を有する画像処理装置。

2. 請求の範囲1において、

上記第1の信号処理手段は、

時間的に連続している多数枚の画像信号を累算することによって、

上記第1の画像信号を生成するものである画像処理装置。

3. 請求の範囲1において、

上記第2の信号処理手段は、

上記第2の画像信号中の注目画素位置に応じて、上記入力画像信号から第1の画素データを抽出する第1の抽出手段と、

上記第1の画素データに基づく特徴を検出し、上記特徴によって上記注目画素を複数のクラスの一つに分類する特徴検出手段と、



上記注目画素位置に応じて、上記入力画像信号から第2の画素データを抽出する第2の抽出手段と、

上記クラス毎に上記第2の画素データを利用して上記注目画素位置の画素データを生成する方法を特定する方法情報を格納する格納手段

5 と、

上記方法情報と上記第2の画素データとに基づいて、上記注目画素位置のデータを生成する画素生成手段と

を有する画像処理装置。

4. 請求の範囲1において、

10 上記第1の画像信号と上記第2の画像信号とに基づいて判定情報を生成し、上記判定情報によって上記出力選択手段を制御するようにした画像処理装置。

5. 請求の範囲1において、

15 上記出力画像信号は、上記入力画像信号よりもノイズ成分が少ないことを特徴とする画像処理装置。

6. 請求の範囲5において、

上記第1の信号処理手段は、

上記格納手段に記憶されている画像信号と、入力画像信号とを、上記入力画像信号による画像の静動に応じた重み付けを行って加算し、

20 その加算出力により上記格納手段の画像信号を書き換えることで、上記加算出力としてノイズの除去された第1の画像信号を生成し、

上記第2の信号処理手段は、

複数フレーム間で、画像上の対応する画素を抽出し、それらの画素のフレーム間の変化に基づく上記画素のノイズ成分を上記特徴として

25 クラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている演算処理により、上記入力画像信号からノイズ成分の除去された第2の画

像信号を生成し、

- 上記出力選択手段は、所定数の画素単位で、上記第1および第2の画像信号に基づいて画像の静動を判定し、その判定結果に応じて、上記所定数の画素単位で、上記第1の画像信号と上記第2の画像信号と
- 5  の一方を選択して出力する画像処理装置。

7. 請求の範囲6において、

  上記出力選択部は、

  上記所定数の画素が、画像の静止部分か動き部分かを判定する判定部と、

- 10  上記判定部の判定結果に基づいて、静止部分の画素については、上記第1の画像信号を選択して出力し、動き部分の画素については上記第2の画像信号を選択して出力する選択部と
- を有する画像処理装置。

8. 請求の範囲7において、

- 15  上記判定部は、

  上記所定数の画素毎に、上記第1の画像信号と上記第2の画像信号との差分値を算出する差分値算出部と、

- 上記差分値の絶対値と予め設定されたしきい値との比較結果に基づいて、上記差分値の絶対値が上記しきい値以上の場合には、上記動き
- 20  部分の画素であることを示す判定値を出力し、上記差分値の絶対値が上記しきい値より小さい場合には、静止部分の画素であることを示す判定値を出力する比較部と
- を有する画像処理装置。

9. 請求の範囲6において、

- 25  上記第1の信号処理手段は、

  上記入力画像信号による画像の静動判定を行なう動き判定部と、

上記動き判定部での静動判定に応じて、上記入力画像信号と上記格納手段に記憶されている画像信号とに重み付けを行なう重み付け部と、

- 上記重み付けされた入力画像信号と上記格納手段からの画像信号と
- 5    を加算する加算部と
- を有し、

上記格納手段の画像信号は、上記加算部からの画像信号に書き換えられる画像処理装置。

10    請求の範囲6において、

- 10    上記第2の信号処理手段は、

      上記入力画像信号による画像中の注目画素についての動き情報を検出する動き情報検出部と、

- 上記動き情報検出部で検出された上記動き情報を用いて、複数フレームについて、上記注目画素に対応した位置の複数の画素をクラスタ
- 15    ップとして抽出するクラスタップ抽出部と、

      上記クラスタップ抽出部で抽出された上記クラスタップの特徴に基づいて、上記注目画素についてのノイズ成分を、クラス分類するクラス分類部と、

- 上記クラス分類部によって分類されたクラスに基づいて、当該クラス
- 20    に対応する演算処理を定め、その定めた演算処理によって、上記注目画素についてのノイズ成分を除去した画像信号を生成する演算処理部と、

      を有する画像処理装置。

11    請求の範囲10において、

- 25    上記クラス分類部で用いる上記クラスタップの特徴は、上記クラスタップとしての上記複数の画素のノイズ成分分布である画像処理装置

。 12. 請求の範囲10において、

上記演算処理部では、

上記注目画素に対応した位置の複数の画素の画素値と、上記クラス  
5 分類部において分類されたクラスに応じて予め設定されている上記複数の画素についての演算係数との演算を行うことにより、上記注目画素についてのノイズ成分を除去した画像信号を生成する画像処理装置

。 13. 請求の範囲10において、

10 上記演算処理部で用いる上記演算係数は、予め求められている予測係数であって、

上記入力画像信号よりノイズが少ない教師画像データから注目画素を抽出するステップと、

上記入力画像信号と同等のノイズを有する生徒画像データから、上  
15 記注目画素についての動き情報を検出するステップと、

上記注目画素について検出された上記動き情報に応じて、複数フレームの上記生徒画像データから上記注目画素に対応した位置の複数の画素をクラスタップとして抽出するステップと、

上記クラスタップの特徴に基づいて、上記注目画素についてのノイ  
20 ズ成分をクラス分類するステップと、

上記教師信号から抽出された上記注目画素に対応する画素と同質の出力信号を上記生徒信号から生成するための予測係数を、上記クラス分類されたクラス毎に導出するステップと

によって、上記予測係数として求められる画像処理装置。

25 14. 請求の範囲1において、

上記出力画像信号は、上記入力画像信号よりも高解像度であること

を特徴とする画像処理装置。

15 請求の範囲 14 において、

上記第 1 の信号処理手段は、

5 上記格納手段に記憶されている画像信号による画像と、上記入力画像信号による画像との間での動きを参照して画素位置を補正をしながら、上記入力画像信号を上記格納手段に蓄積するようにすることで、上記格納手段に、上記高解像度の第 1 の画像信号を生成し、

上記第 2 の信号処理手段は、

10 注目画素と、その時間的および空間的な周囲画素とを含む複数の画素に基づいて上記特徴を検出し、上記特徴によってクラス分類することで、上記高解像度の第 2 の画像信号を生成する画像処理装置。

16 請求の範囲 15 において、

上記出力選択部は、

15 上記第 1 および第 2 の画像信号による画像の動きとアクティビティとを、それぞれ所定数の画素単位で判定する判定部と、

上記判定部の判定結果に応じて、上記第 1 および第 2 の画像信号のいずれか一方を、所定数の画素単位で選択する選択部とを備える画像処理装置。

17 請求の範囲 16 において、

20 上記判定部は、

上記所定数の画素毎に、上記第 1 の画像信号と上記第 2 の画像信号との差分値を算出する差分値算出部と、

25 上記差分値の絶対値と予め設定されたしきい値との比較結果に基づいて、上記差分値の絶対値が上記しきい値以上の場合には、上記所定数の画素部分が動き部分であることを示す判定値を出力し、上記差分値の絶対値が上記しきい値より小さい場合には、上記所定数の画素部

分が静止部分であることを示す判定値を出力する比較部と  
を有する画像処理装置。

18. 請求の範囲16において、  
上記判定部は、

- 5   上記所定数の画素毎の静動を判定する静動判定部と、  
上記静動判定部で上記所定数の画素部分が動き部分であると判定されるときに、上記選択部に対し、上記第2の画像信号を選択して出力するようにするための信号を供給する選択信号生成部と  
を有する画像処理装置。

- 10   19. 請求の範囲16において、  
上記判定部は、  
上記所定数の画素毎の静動を判定する静動判定部と、  
上記第1の画像信号と上記第2の画像信号のいずれの画像のアクティビティがより高いかを判定するアクティビティ判定部と、

- 15   上記静動判定部で上記所定数の画素部分が静止部分であると判定されるときに、上記アクティビティ判定部での判定結果に基づいて、上記第1および第2の画像信号のうちの、上記画像のアクティビティがより高い方を選択して出力するための信号を上記選択部に供給する選択信号生成部と

- 20   を有する画像処理装置。

20. 請求の範囲19において、  
上記アクティビティ判定部は、

- 上記第1および第2の画像信号について、それぞれ所定領域内における複数の画素の画素値のダイナミックレンジを算出して、算出され  
25   た二つのダイナミックレンジを比較することによって、アクティビティの高低を判定する画像処理装置。

2 1 . 請求の範囲 1 5 において、

上記第 1 の信号処理手段は、

上記格納手段に記憶されている画像信号による画像と、上記入力画像信号による画像との間の動きを検出する動き検出部と、

5   上記動き検出部で検出された動きにより画素位置を補正して、上記入力画像信号を、上記格納手段に記憶されている画像信号に加算して蓄積する画像蓄積処理部と

を備える画像処理装置。

2 2 . 請求の範囲 1 5 において、

10   上記第 2 の信号処理手段は、

上記入力画像信号による画像中の注目画素と、その注目画素の時間的および空間的な周囲画素とを含む複数の画素をクラスタップとして抽出するクラスタップ抽出部と、

15   上記クラスタップ抽出部で抽出された上記クラスタップの特徴によってクラス分類するクラス分類部と、

上記クラス分類部によって分類されたクラスに基づいて、当該クラスに対応する画像変換演算処理を定め、その定めた演算処理により、上記注目画素に対応する上記高解像度の画像中の複数の画素を生成することにより、上記第 2 の画像信号を生成する演算処理部と

20   を有する画像処理装置。

2 3 . 請求の範囲 2 2 において、

上記クラス分類部は、

25   上記クラスタップの特徴を、上記クラスタップとしての上記複数の画素の画素値のパターンによってクラス分類することを特徴とする画像処理装置。

2 4 . 請求の範囲 2-2 において、

上記演算処理部では、

- 上記クラスタップに対応して上記入力画像信号について予め定められた領域の複数個の画素と、上記クラス分類部において分類されたクラスに応じて予め設定されている上記複数個の画素についての演算係数との演算を行うことにより、上記注目画素に対応する、上記高解像度の画像中の複数画素を生成する画像処理装置。

25. 請求の範囲 24 において、

上記演算処理部で用いる上記演算係数は、予め求められている予測係数であって、

- 10 上記出力画像信号と同質である教師信号から、上記注目画素に対応する複数個の画素を抽出するステップと、

上記入力画像信号と同質である生徒信号から、上記注目画素およびその時間的および空間的な周囲画素を含む複数の画素をクラスタップとして抽出するステップと、

- 15 上記クラスタップの特徴に基づいて、上記注目画素についての特徴をクラス分類するステップと、

上記教師信号から抽出された上記注目画素に対応する画素と同質の出力信号を上記生徒信号から生成するための予測係数を、上記クラス分類されたクラス毎に導出するステップと

- 20 によって、上記予測係数として求められる画像処理装置。

26. 入力画像信号を受け取り、入力画像信号より高品質な出力画像信号を生成する画像処理方法において、

出力画像信号と同質の画像信号を格納手段に格納し、上記入力画像信号と格納された画像とを加算することによって、入力画像より高品質の第1の画像信号を生成すると共に、上記第1の画像信号を上記格納手段に格納する第1の信号処理ステップと、



上記出力画像信号中の注目画素位置に応じて、上記入力画像信号に基づく特徴を抽出し、上記特徴によって上記注目画素を複数のクラスの一つに分類し、分類された上記クラスに対応して予め定められた演算方式で、上記入力画像信号を演算することで、入力画像より高品質の第2の画像信号を生成する第2の信号処理ステップと、

上記第1の画像信号と上記第2の画像信号とに基づいた判定を行い、上記第1および第2の画像信号の内的一方を出力画像信号として選択する出力選択ステップと

を有する画像処理方法。

10 27. 請求の範囲26において、

上記第1の信号処理ステップは、

時間的に連続している多数枚の画像信号を累算することによって、上記第1の画像信号を生成するものである画像処理方法。

28. 請求の範囲26において、

15 上記第2の信号処理ステップは、

上記第2の画像信号中の注目画素位置に応じて、上記入力画像信号から第1の画素データを抽出する第1の抽出ステップと、

上記第1の画素データに基づく特徴を検出し、上記特徴によって上記注目画素を複数のクラスの一つに分類する特徴検出ステップと、

20 上記注目画素位置に応じて、上記入力画像信号から第2の画素データを抽出する第2の抽出ステップと、

上記クラス毎に上記第2の画素データを利用して上記注目画素位置の画素データを生成する方法を特定する方法情報を格納する格納ステップと、

25 上記方法情報と上記第2の画素データとに基づいて、上記注目画素位置のデータを生成する画素生成ステップと

を有する画像処理方法。

29. 請求の範囲 26 において、

上記第 1 の画像信号と上記第 2 の画像信号とに基づいて判定情報を生成し、上記判定情報によって上記第 1 および第 2 の画像信号の一方  
5 を出力として選択するようにした画像処理方法。

30. 請求の範囲 26 において、

上記出力画像信号は、上記入力画像信号よりもノイズ成分が少ないことを特徴とする画像処理方法。

31. 請求の範囲 30 において、

10 上記第 1 の信号処理ステップは、格納手段に記憶されている画像信号と、入力画像信号とを、上記入力画像信号による画像の静動に応じた重み付けを行って加算し、その加算出力により上記格納手段の画像信号を書き換えることで、上記加算出力としてノイズの除去された第 1 の画像信号を生成し、

15 上記第 2 の信号処理ステップは、複数フレーム間で、画像上の対応する画素を抽出し、それらの画素のフレーム間の変化に基づく上記画素のノイズ成分を特徴としてクラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている演算処理により、上記入力画像信号からノイズ成分の除去された第 2 の画像信号を生成し、

20 上記出力選択ステップは、所定数の画素単位で、画像の静動を判定し、その判定結果に応じて、上記所定数の画素単位で、上記第 1 の画像信号と上記第 2 の画像信号との一方を選択して出力する画像処理方法。

32. 請求の範囲 31 において、

25 上記出力選択ステップは、

上記所定数の画素が、画像の静止部分か動き部分かを判定する判定

ステップと、

上記判定ステップでの判定結果に基づいて、静止部分の画素については上記第 1 の画像信号を選択して出力し、動き部分の画素については上記第 2 の画像信号を選択して出力する選択ステップと

5      を有する画像処理方法。

3 3 . 請求の範囲 3 2 において、

上記判定ステップは、

上記所定数の画素毎に、上記第 1 の画像信号と上記第 2 の画像信号との差分値を算出する差分値算出ステップと、

10      上記差分値算出ステップで算出された上記差分値の絶対値と予め設定されたしきい値との比較結果に基づいて、上記差分値の絶対値が上記しきい値以上の場合には、上記動き部分の画素であることを示す判定値を出力し、上記差分値の絶対値が上記しきい値より小さい場合には、静止部分の画素であることを示す判定値を出力する比較ステップ  
15      と

を有する画像処理方法。

3 4 . 請求の範囲 3 1 において、

上記第 1 の信号処理ステップは、

上記入力画像信号による画像の静動判定を行なう動き判定ステップ  
20      と、

上記動き判定ステップでの静動判定に応じて、上記入力画像信号と上記格納手段に記憶されている画像信号とに重み付けを行なう重み付けステップと、

上記重み付けされた入力画像信号と上記格納手段からの画像信号と  
25      を加算する加算ステップと

を有し、

上記格納手段の画像信号は、上記加算ステップからの画素信号に書き換えられる画像処理方法。

35. 請求の範囲31において、

上記第2の信号処理ステップは、

- 5    上記入力画像信号による画像中の注目画素についての動き情報を検出する動き情報検出ステップと、

上記動き情報検出ステップで検出された上記動き情報を用いて、複数フレームについて、上記注目画素に対応した位置の複数の画素をクラスタップとして抽出するクラスタップ抽出ステップと、

- 10    上記クラスタップ抽出ステップで抽出された上記クラスタップの特徴に基づいて、上記注目画素についてのノイズ成分を、クラス分類するクラス分類ステップと、

上記クラス分類ステップによって分類されたクラスに基づいて、当該クラスに対応する演算処理を定め、その定めた演算処理によって、

- 15    上記注目画素についてのノイズ成分を除去した画像信号を生成する演算処理ステップと

を有する画像処理方法。

36. 請求の範囲35において、

上記クラス分類ステップで用いる上記クラスタップの特徴は、上記

- 20    クラスタップとしての上記複数の画素のノイズ成分分布である画像処理方法。

37. 請求の範囲35において、

上記演算処理ステップでは、

上記注目画素に対応した位置の複数の画素の画素値と、上記クラス

- 25    分類ステップで分類されたクラスに応じて予め設定されている上記複数の画素についての演算係数との演算を行うことにより、上記注目画

素についてのノイズ成分を除去した画像信号を生成する画像処理方法。

38. 請求の範囲37において、

上記演算係数は、予め求められている予測係数であって、

5 上記入力画像信号よりノイズが少ない教師画像データから注目画素を抽出するステップと、

上記入力画像信号と同等のノイズを有する生徒画像データから、上記注目画素についての動き情報を検出するステップと、

10 上記注目画素について検出された上記動き情報に応じて、複数フレームの上記生徒画像データから上記注目画素に対応した位置の複数の画素をクラスタップとして抽出するステップと、

上記クラスタップの特徴に基づいて、上記注目画素についてのノイズ成分をクラス分類するステップと、

15 上記教師信号から抽出された上記注目画素に対応した位置の複数の画素と同質の出力信号を上記生徒信号から生成するための予測係数を、上記クラス分類されたクラス毎に導出するステップと

によって、上記予測係数として算出する画像処理方法。

39. 請求の範囲26において、

20 上記出力画像信号は、上記入力画像信号よりも高解像度であること  
を特徴とする画像処理方法。

40. 請求の範囲39において、

上記第1の信号処理ステップは、格納手段に記憶されている画像信号による、上記出力画像信号の画像の解像度と同じ解像度の画像と、  
上記入力画像信号による画像との間での動きを参照して画素位置を補  
25 正をしながら、上記入力画像信号を上記格納手段に蓄積するようにすることで、上記格納手段に、高解像度の上記第1の画像信号を生成し

上記第 2 の信号処理ステップは、注目画素と、その時間的および空間的な周囲画素とを含む複数の画素に基づいて上記特徴を検出し、上記特徴によってクラス分類することによって上記第 2 の画像信号を

5 生成し、

上記出力選択ステップは、上記第 1 および第 2 の画像信号の一方を選択的に出力する画像処理方法。

4 1 . 請求の範囲 4 0 において、

上記出力選択ステップは、

10 上記第 1 および第 2 の画像信号による画像の動きとアクティビティとを、それぞれ所定数の画素単位で判定する判定ステップと、

上記判定ステップでの判定結果に応じて、上記第 1 および第 2 の画像信号のいずれか一方を、所定数の画素単位で選択する選択ステップと、

15 を備える画像処理方法。

4 2 . 請求の範囲 4 1 において、

上記判定ステップは、

上記所定数の画素毎に、上記第 1 および第 2 の画像信号の差分値を算出する差分値算出ステップと、

20 上記差分値の絶対値と予め設定されたしきい値との比較結果に基づいて、上記差分値の絶対値が上記しきい値以上の場合には、上記所定数の画素部分が動き部分であることを示す判定値を出力し、上記差分値の絶対値が上記しきい値より小さい場合には、上記所定数の画素部分が静止部分であることを示す判定値を出力する比較ステップと

25 を有する画像処理方法。

4 3 . 請求の範囲 4 1 において、

上記判定ステップは、

上記所定数の画素毎の静動を判定する静動判定ステップと、

上記静動判定部で上記所定数の画素部分が動き部分であると判定されるときに、上記選択部に対し、上記第 2 の画像信号を選択して出力

5 するための信号を供給する選択信号生成ステップと

を有する画像処理方法。

4 4 . 請求の範囲 4 1 において、

上記判定ステップは、

上記所定数の画素毎の静動を判定する静動判定ステップと、

10 上記第 1 および第 2 の画像信号の、いずれの画像のアクティビティがより高いを判定するアクティビティ判定ステップと、

上記静動判定ステップで上記所定数の画素部分が静止部分であると判定されるときに、上記アクティビティ判定ステップでの判定結果に基づいて、上記第 1 および第 2 の画像信号のうちの、上記画像のアク

15 ティビティがより高い方を選択して出力するための信号を上記選択部に供給する選択信号生成ステップと

を有する画像処理方法。

4 5 . 請求の範囲 4 4 において、

上記アクティビティ判定ステップは、

20 上記第 1 および第 2 の画像信号について、それぞれ所定領域内における複数の画素の画素値のダイナミックレンジを算出して、二つのダイナミックレンジを比較することにより、アクティビティの高低を判定する画像処理方法。

4 6 . 請求の範囲 4 0 において、

25 上記第 1 の信号処理ステップは、

上記格納手段に記憶されている画像信号による画像と、上記入力画

像信号による画像との間の動きを検出する動き検出ステップと、

上記動き検出ステップで検出された動きにより画素位置を補正して、上記入力画像信号を、上記格納手段に記憶されている画像信号に加算して蓄積する画像蓄積処理ステップと、

5      を備える画像処理方法。

47．請求の範囲40において、

上記第2の信号処理ステップは、

上記入力画像信号による画像中の注目画素と、その時間的および空間的な周囲画素とを含む複数の画素をクラスタップとして抽出する

10   クラスタップ抽出ステップと、

上記クラスタップ抽出ステップで抽出された上記クラスタップの特徴によってクラス分類するクラス分類ステップと、

上記クラス分類ステップによって分類されたクラスに基づいて、当該クラスに対応する画像変換演算処理を定め、その定めた演算処理に

15   より、上記高解像度の画像信号を生成する演算処理ステップと

を有する画像処理方法。

48．請求の範囲47において、

上記クラス分類ステップは、

上記クラスタップの特徴を、上記クラスタップとしての上記複数の  
20   画素の画素値のパターンによってクラス分類する画像処理方法。

49．請求の範囲47において、

上記演算処理ステップでは、

上記クラスタップに対応して、上記入力画像信号について予め定められた領域の複数の画素と、上記クラス分類部において分類された  
25   クラスに応じて予め設定されている上記複数の画素についての演算係数との演算を行うことにより、上記注目画素についての、上記出力



画像信号を生成する画像処理方法。

50. 請求の範囲47において、

上記演算処理ステップで用いる上記演算係数は、予め求められている予測係数であって、

5 上記出力画像信号と同質である教師信号から、上記注目画素に対応する複数の画素を抽出するステップと、

上記入力画像信号と同質である生徒信号から、上記注目画素に対応した位置の複数の画素をクラスタップとして抽出するステップと、

10 上記クラスタップの特徴に基づいて、上記注目画素についての特徴をクラス分類するステップと、

上記教師信号から抽出された上記注目画素に対応する画素と同質の出力信号を上記生徒信号から生成するための予測係数を、上記クラス分類されたクラス毎に導出するステップと

によって、上記予測係数として算出する画像処理方法。

15 51. コンピュータに対して、入力画像信号より高品質な出力画像信号を生成する画像処理を実行させるためのプログラムにおいて、

出力画像信号と同質の画像信号を格納手段に格納し、上記入力画像信号と格納された画像とを加算することによって、入力画像より高品質の第1の画像信号を生成すると共に、上記第1の画像信号を上記格

20 納手段に格納する第1の信号処理ステップと、

上記出力画像信号中の注目画素位置に応じて、上記入力画像信号に基づく特徴を抽出し、上記特徴によって上記注目画素を複数のクラスの一つに分類し、分類された上記クラスに対応して予め定められた演算方式で、上記入力画像信号を演算することで、入力画像より高品質  
25 の第2の画像信号を生成する第2の信号処理ステップと、

上記第1の画像信号と上記第2の画像信号とに基づいた判定を行い

、上記第 1 および第 2 の画像信号の内的一方を出力画像信号として選択する出力選択ステップと

を実行させるためのプログラム。

5 2. コンピュータに対して、入力画像信号より高品質な出力画像信号を生成する画像処理を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータで読み取り可能な記録媒体において、

出力画像信号と同質の画像信号を格納手段に格納し、上記入力画像信号と格納された画像とを加算することによって、入力画像より高品質の第 1 の画像信号を生成すると共に、上記第 1 の画像信号を上記格  
10 納手段に格納する第 1 の信号処理ステップと、

上記出力画像信号中の注目画素位置に応じて、上記入力画像信号に基づく特徴を抽出し、上記特徴によって上記注目画素を複数のクラスの一つに分類し、分類された上記クラスに対応して予め定められた演算方式で、上記入力画像信号を演算することで、入力画像より高品質  
15 の第 2 の画像信号を生成する第 2 の信号処理ステップと、

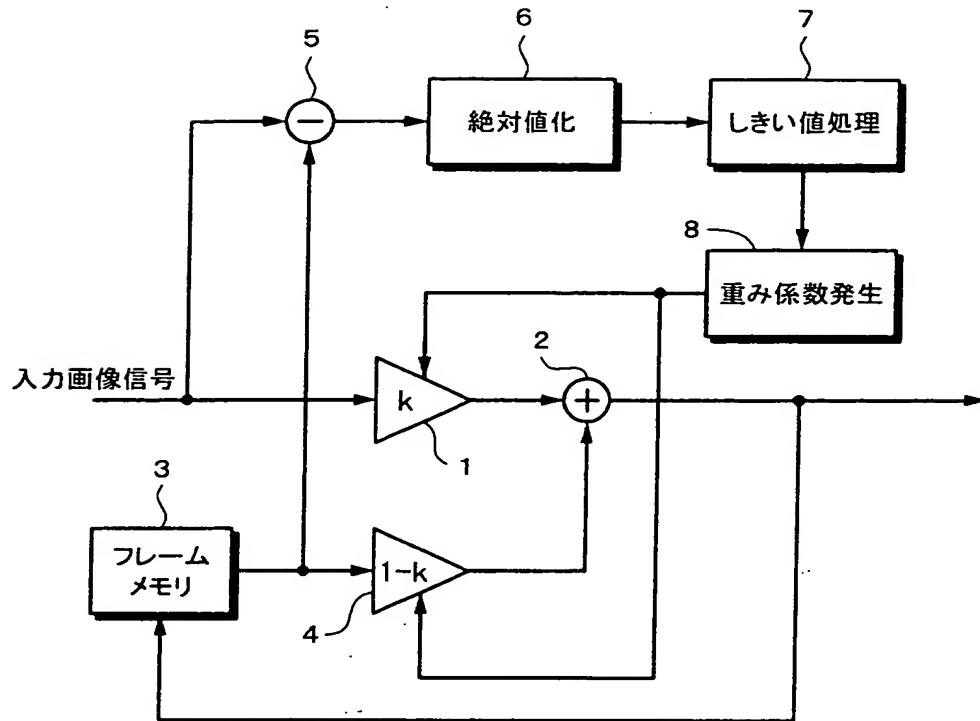
上記第 1 の画像信号と上記第 2 の画像信号とに基づいた判定を行い、上記第 1 および第 2 の画像信号の内的一方を出力画像信号として選択する出力選択ステップと

を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータで読み取り  
20 可能な記録媒体。

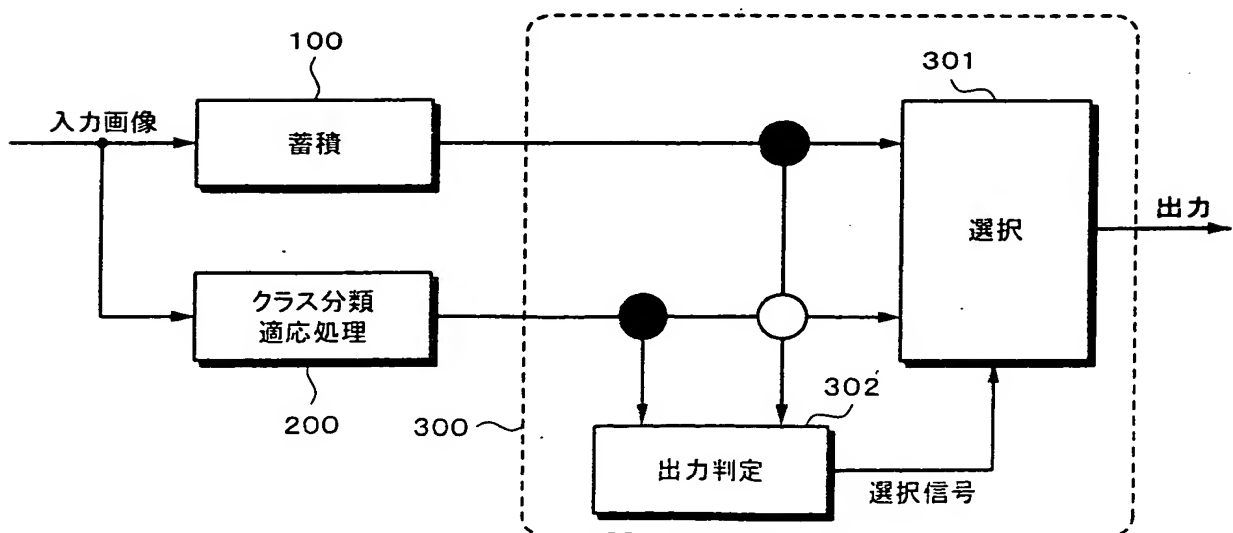
## 要約書

- 入力画像信号を受け取り、入力画像信号より高品質な出力画像信号を生成する画像処理装置において、第1および第2の信号処理手段が設けられている。第1の信号処理手段は、蓄積形の処理を行うもので
- 5 あり、出力画像信号と同質の画像信号を格納する格納手段を有し、入力画像信号と格納手段に格納された画像とを加算することによって、入力画像より高品質の第1の画像信号を生成すると共に、格納手段に第1の画像信号を格納する。第2の信号処理手段は、クラス分類適応処理を行うものであり、出力画像信号中の注目画素位置に応じて、入
- 10 力画像信号に基づく特徴を抽出し、特徴によって注目画素を複数のクラスの一つに分類し、分類されたクラスに対応して予め定められた演算方式で、入力画像信号を演算することで、入力画像より高品質の第2の画像信号を生成する。第1の画像信号と第2の画像信号とに基づいた判定を行い、第1および第2の画像信号の内的一方を出力画像信
- 15 号として選択する出力選択手段とを有する。

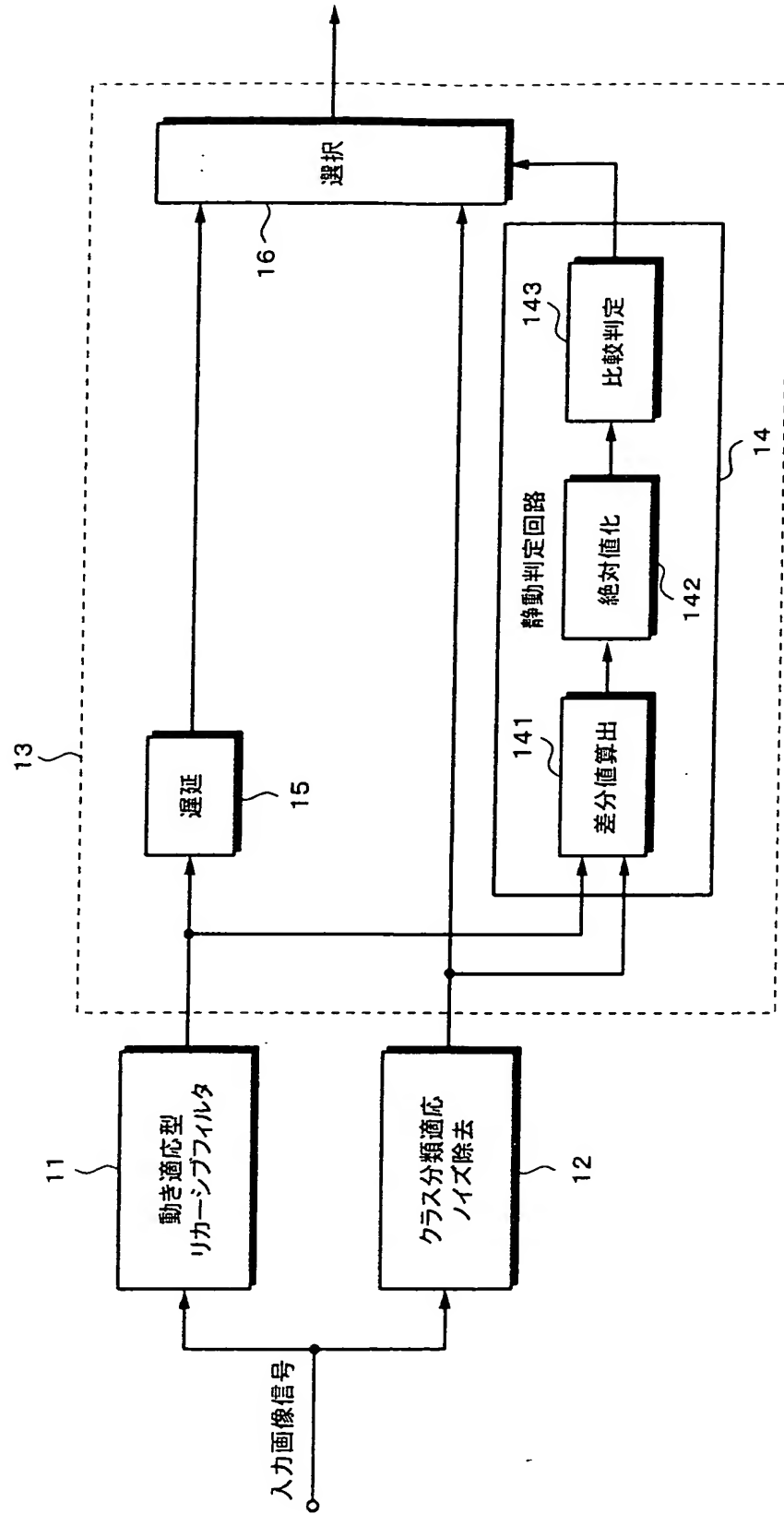
第1図



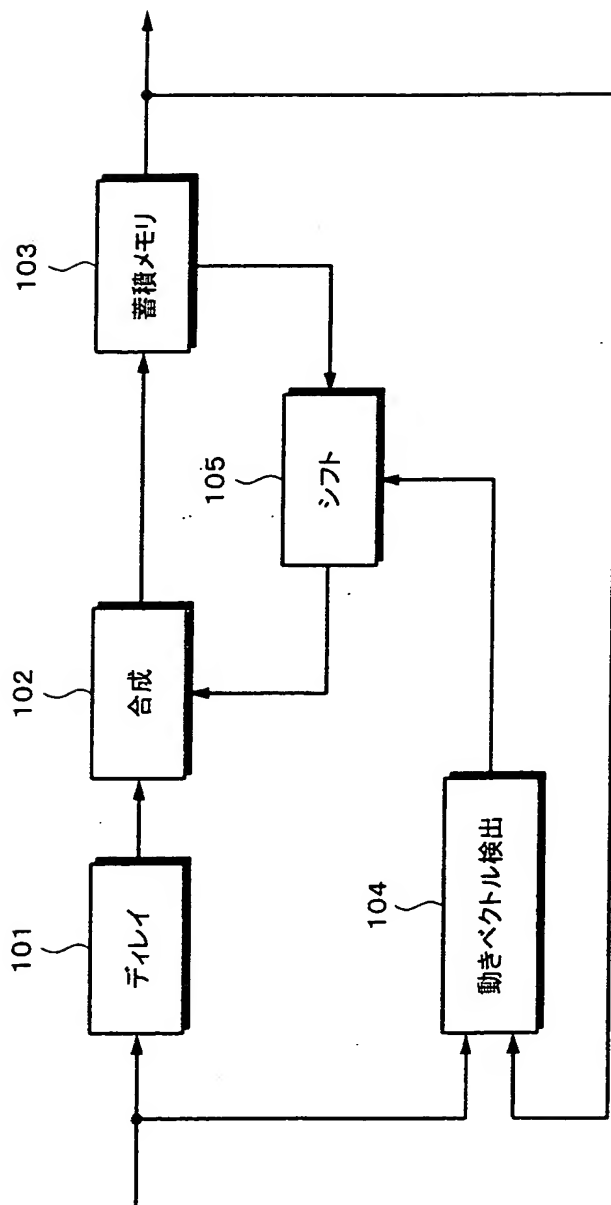
第2図



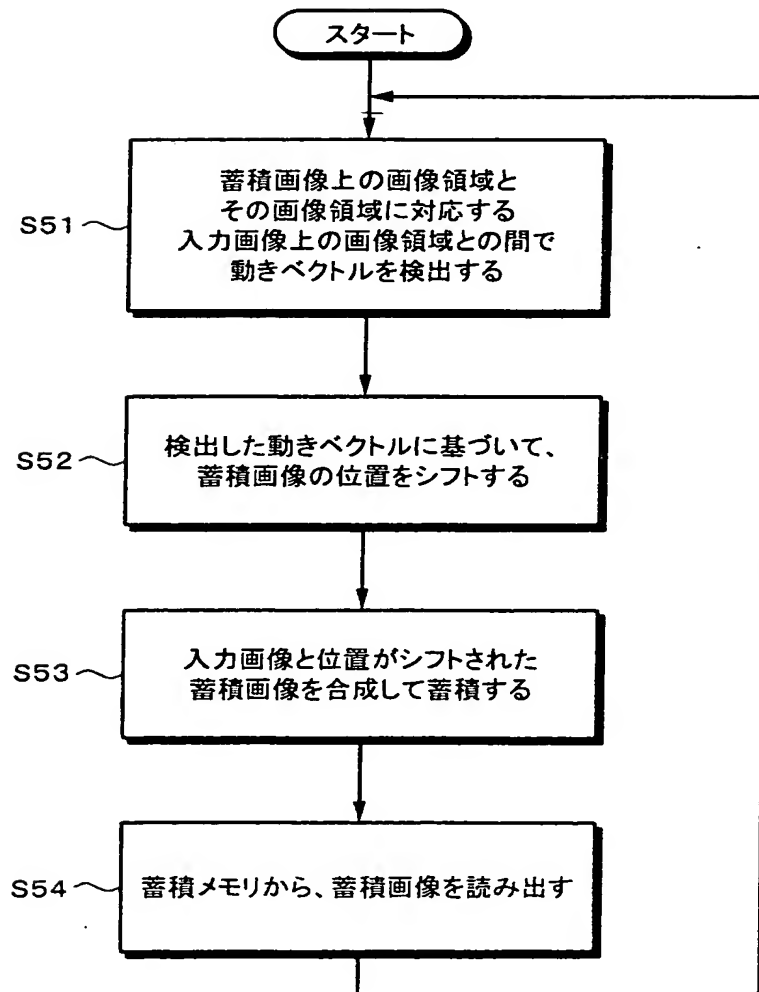
第3図



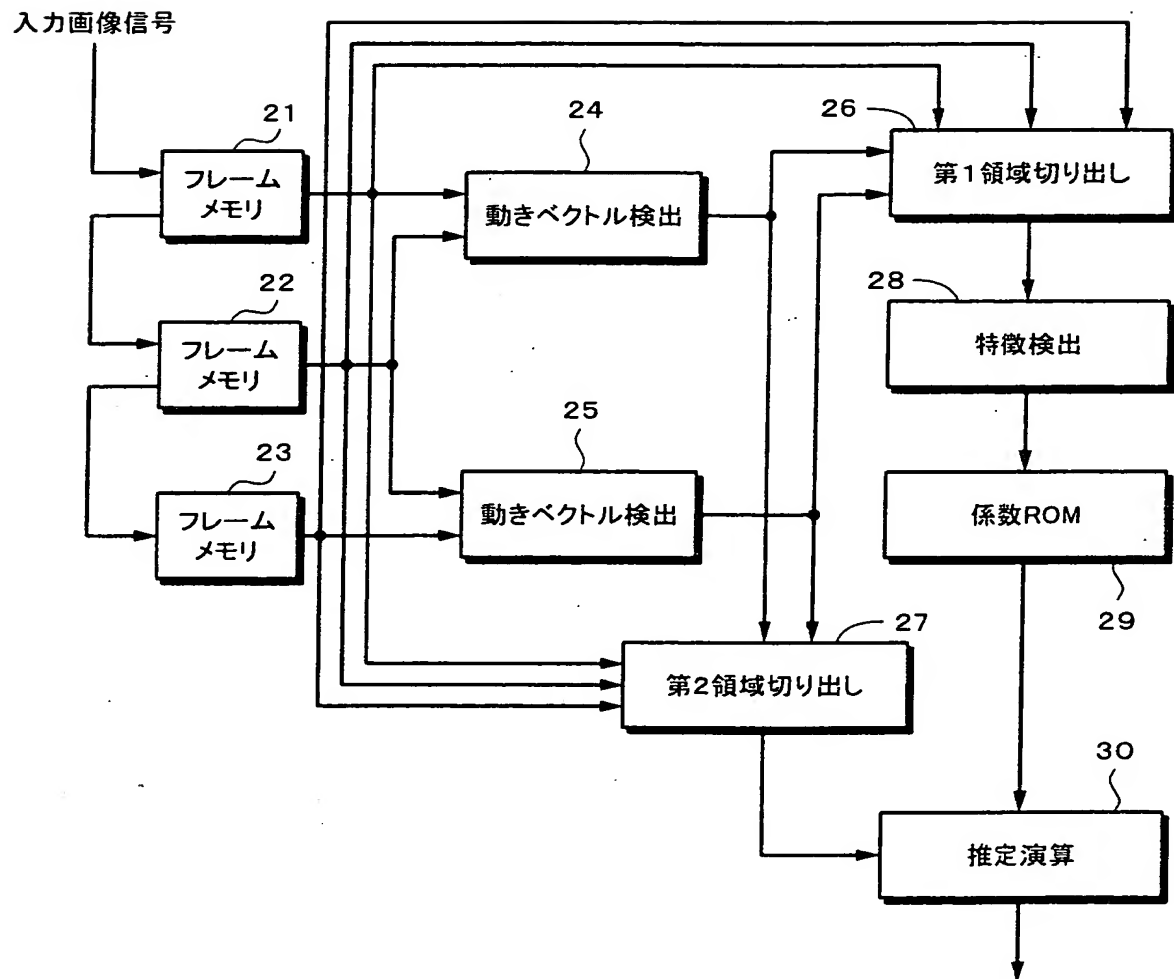
第4図



## 第5図

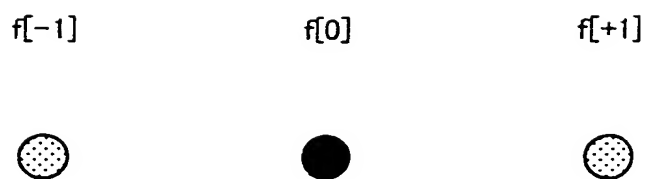


第6図

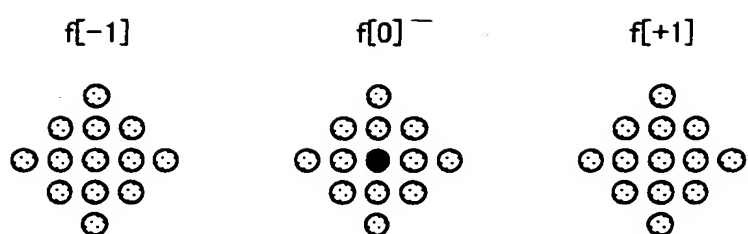




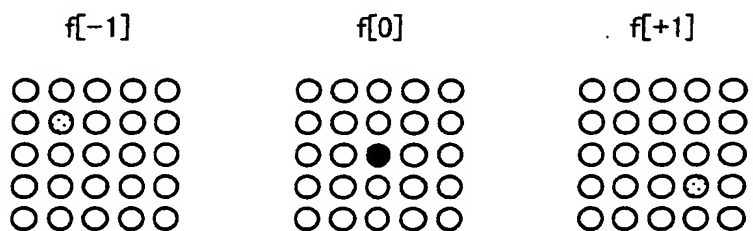
第 7 図 A



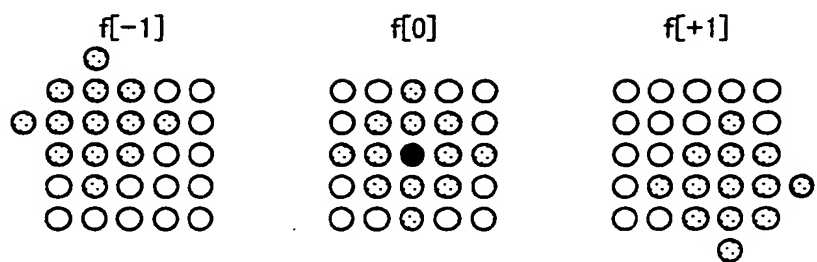
第 7 図 B



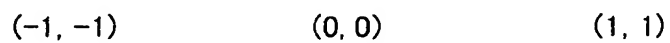
第 7 図 C



第 7 図 D

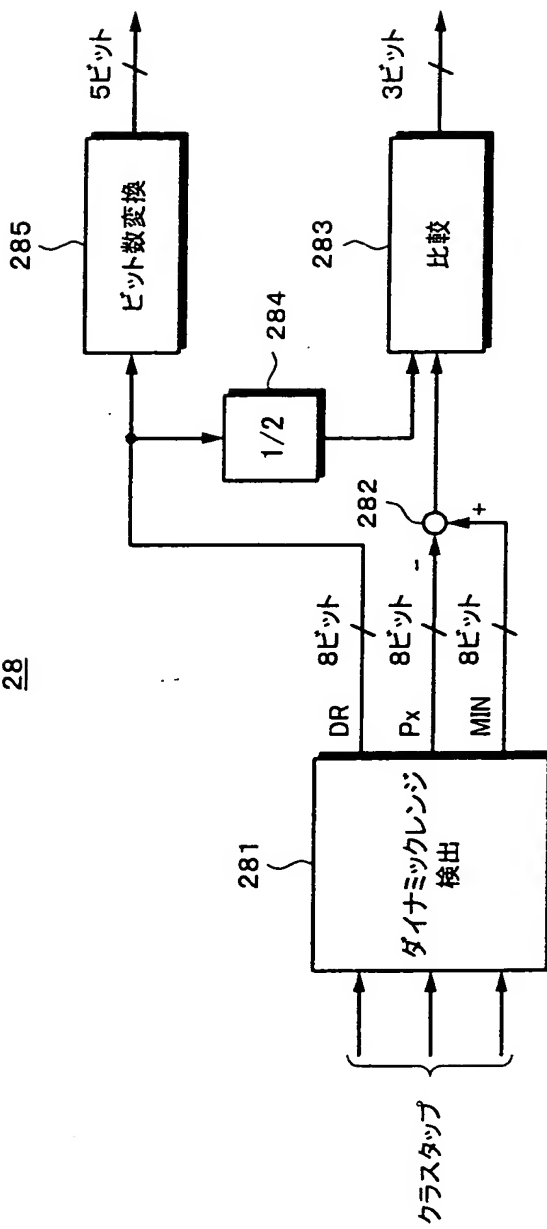


第 7 図 E

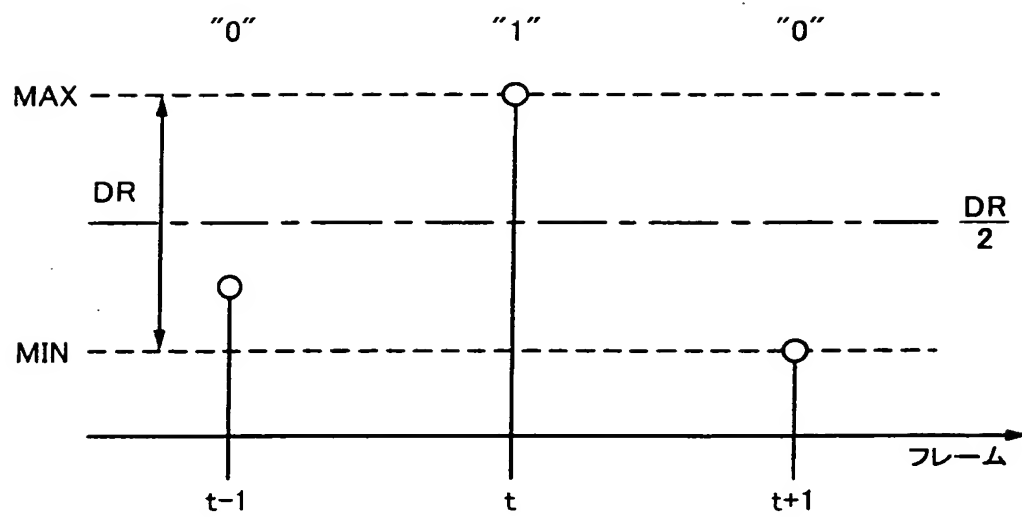


# 第8図

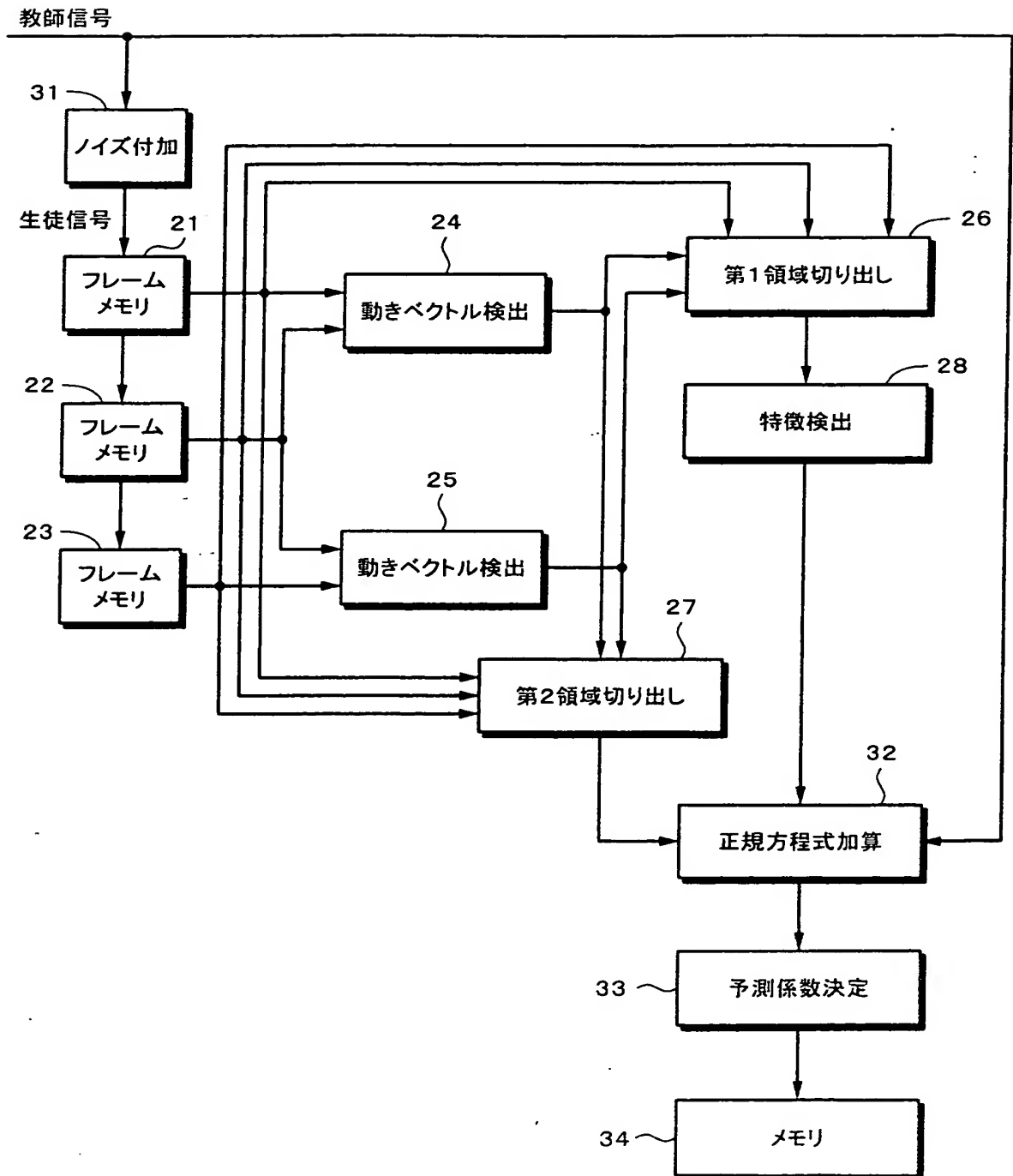
28



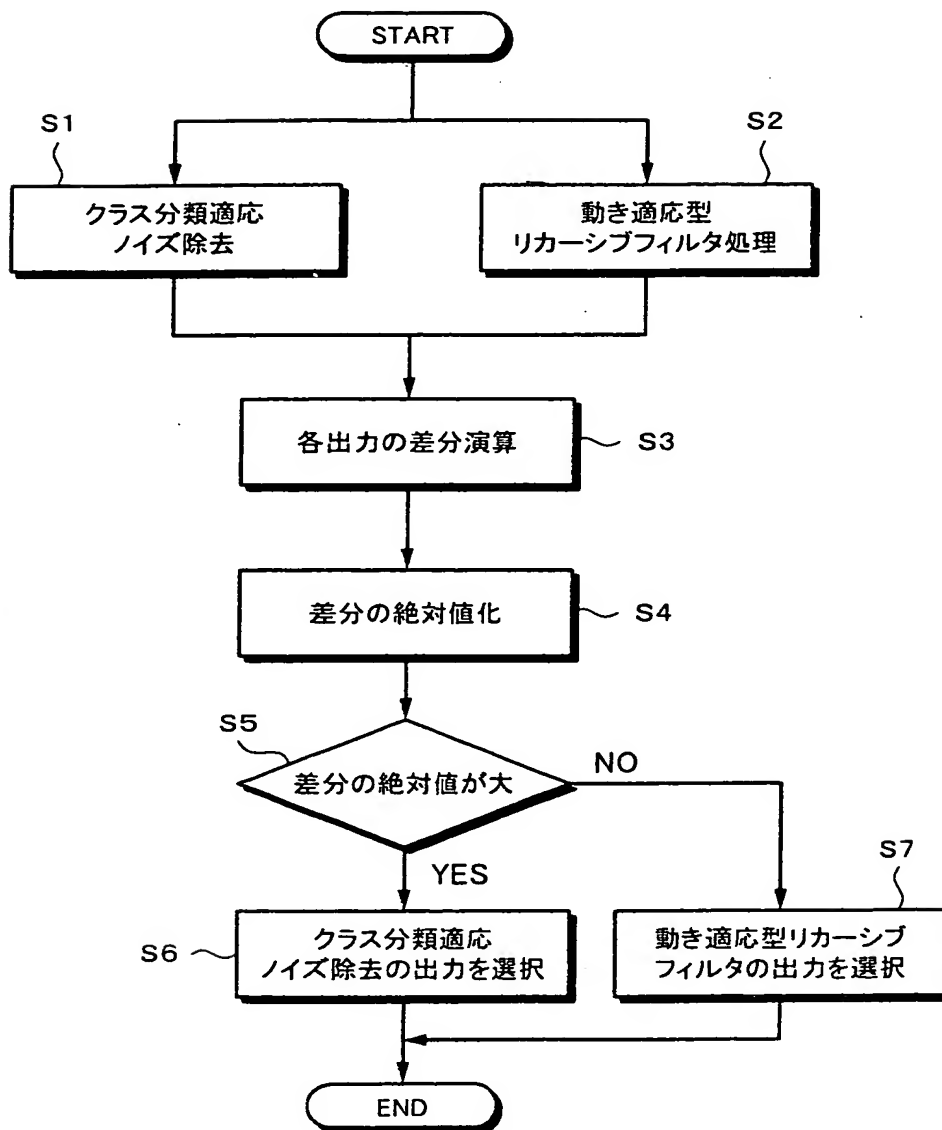
# 第 9 図



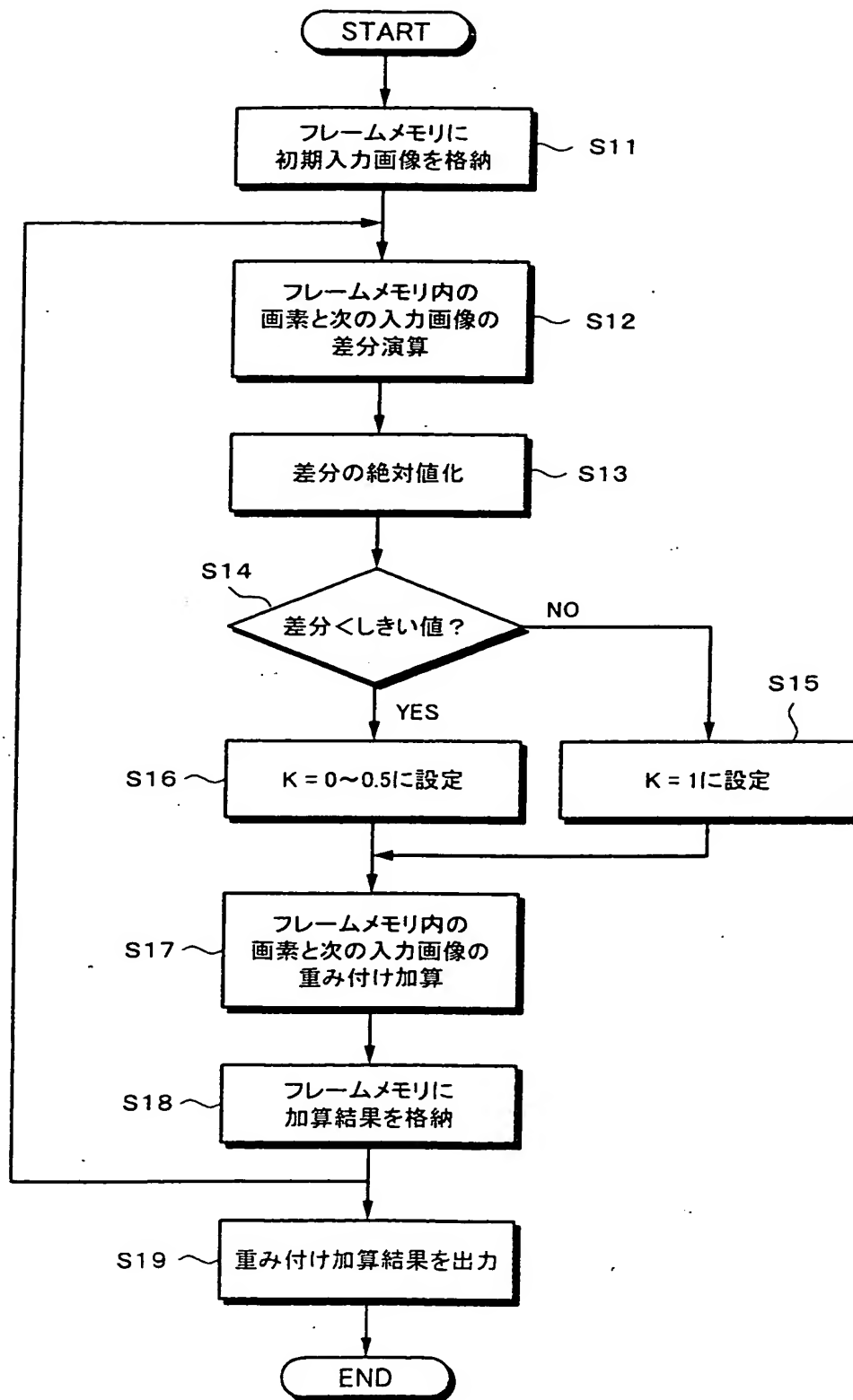
# 第10図



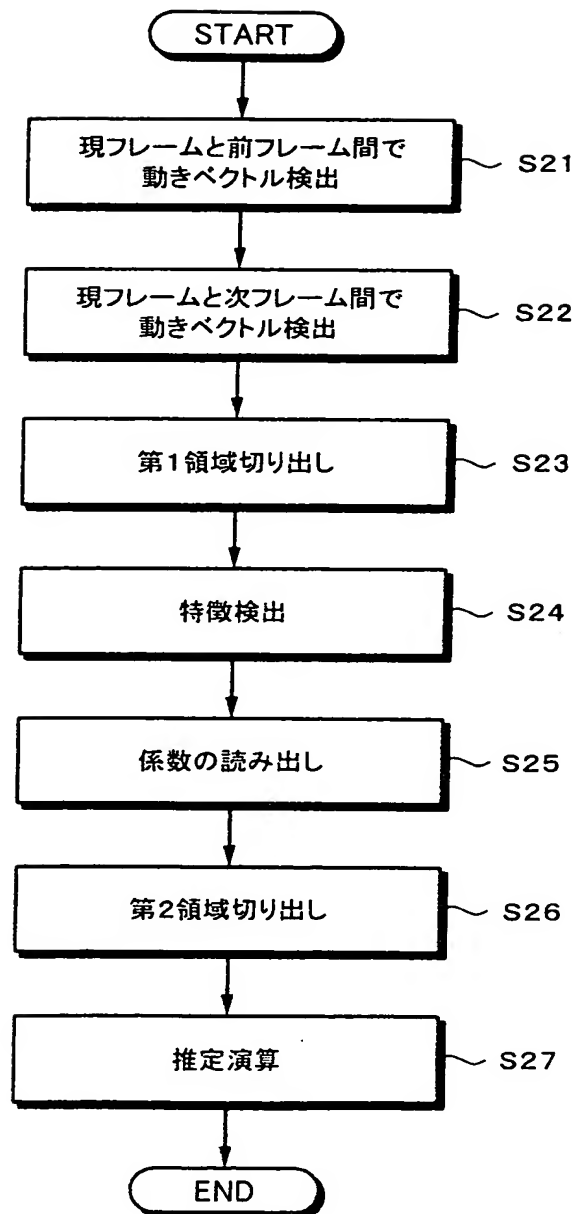
# 第 1 1 図



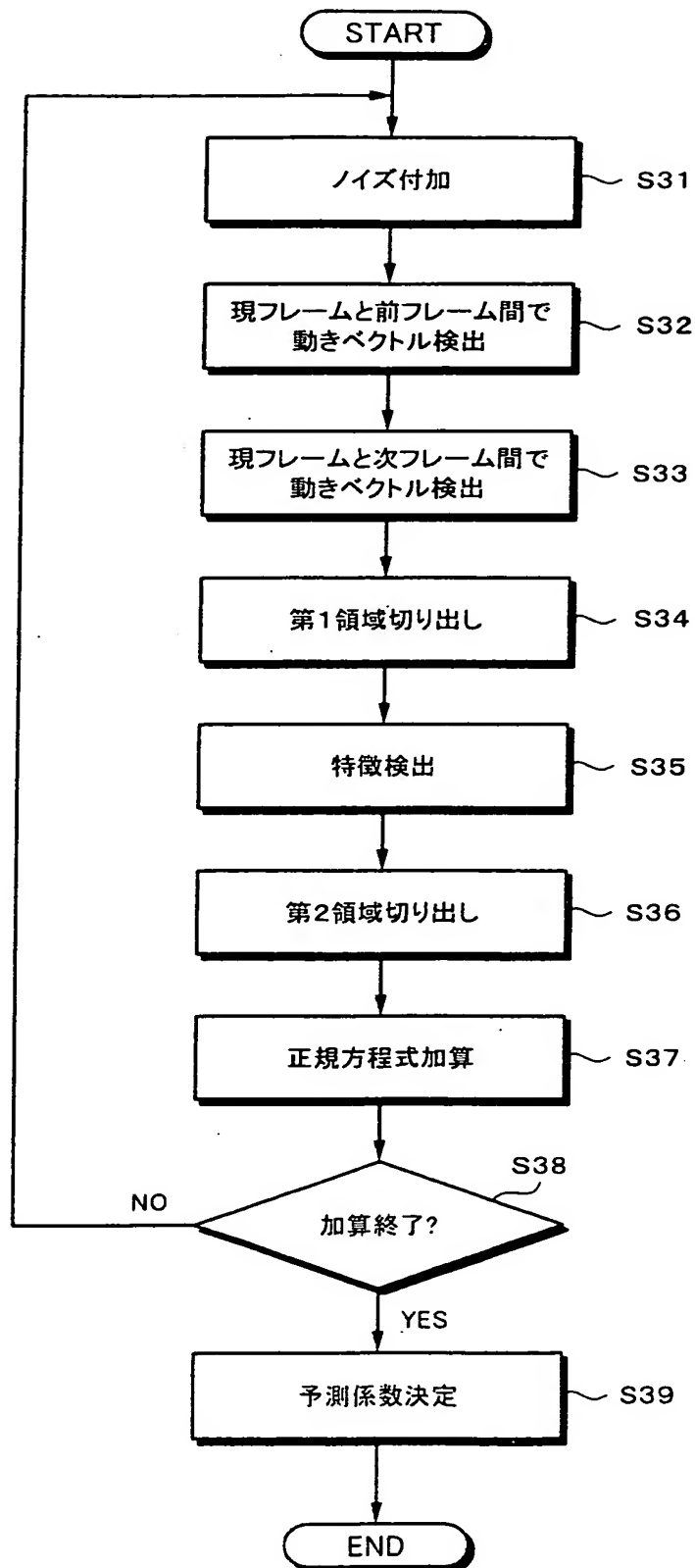
## 第 1 2 図



# 第13図

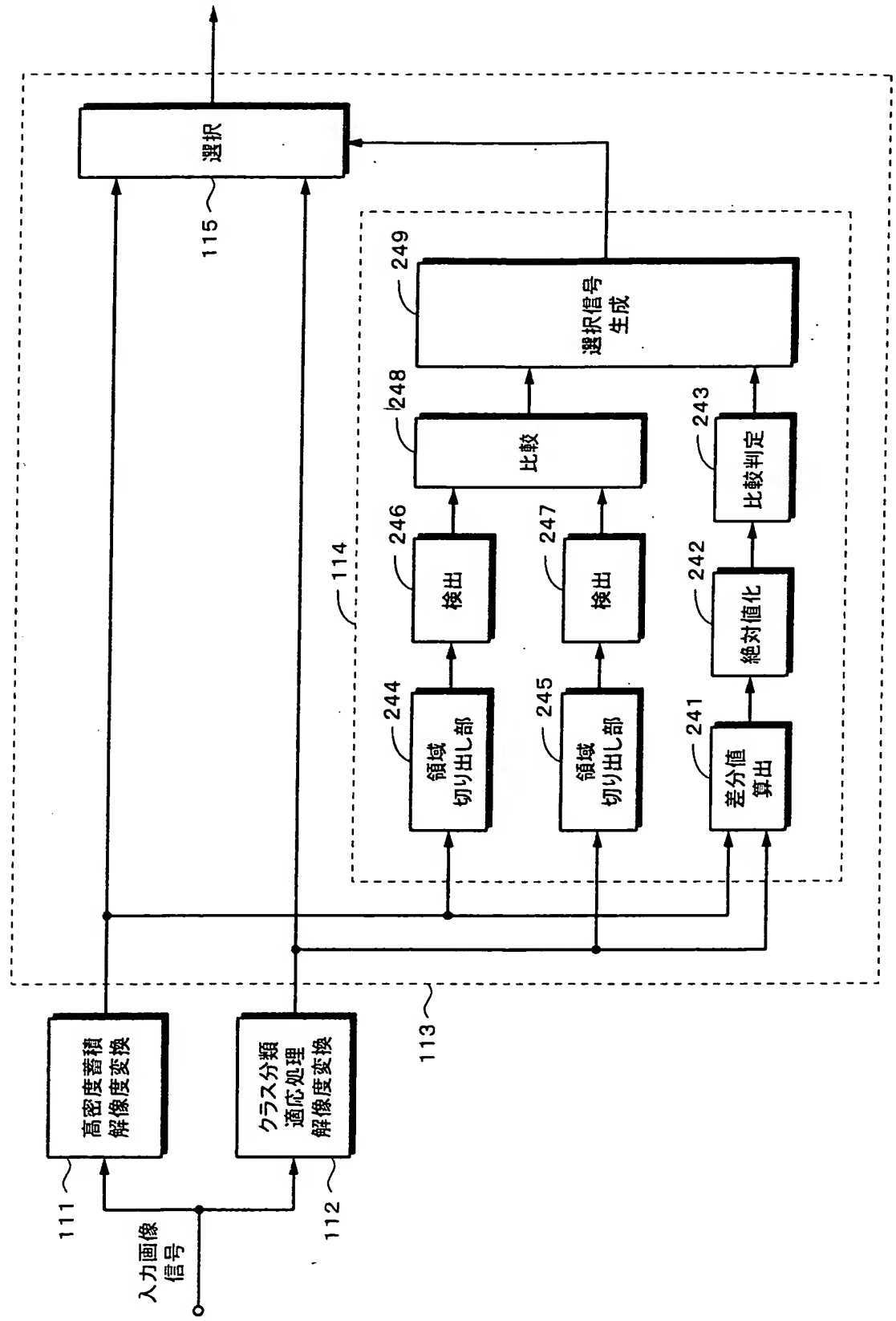


# 第14図

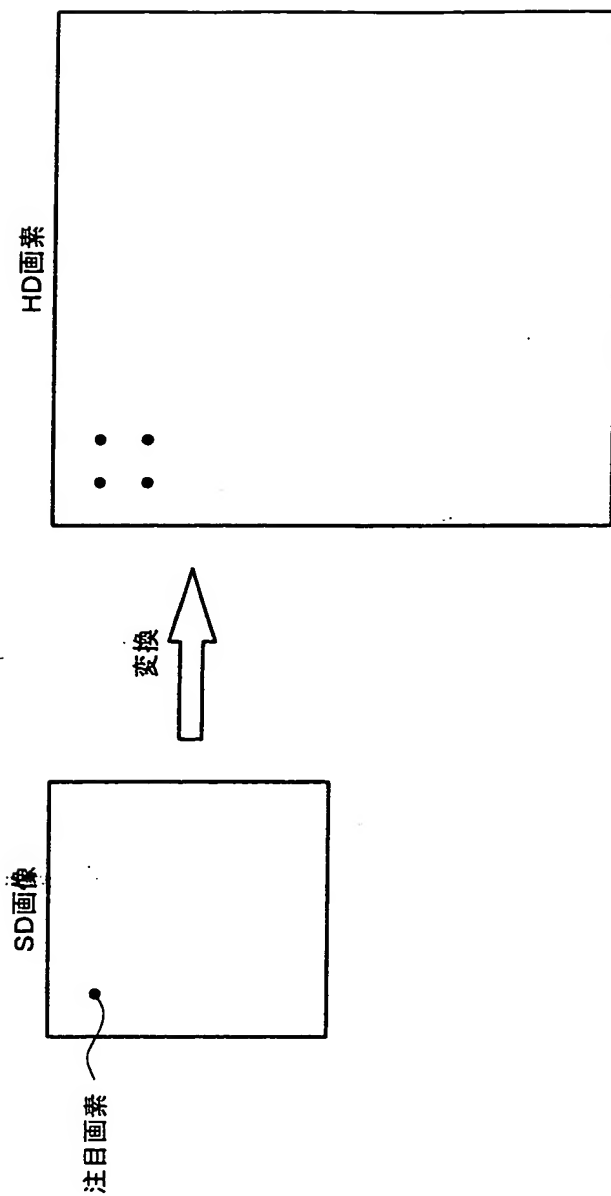




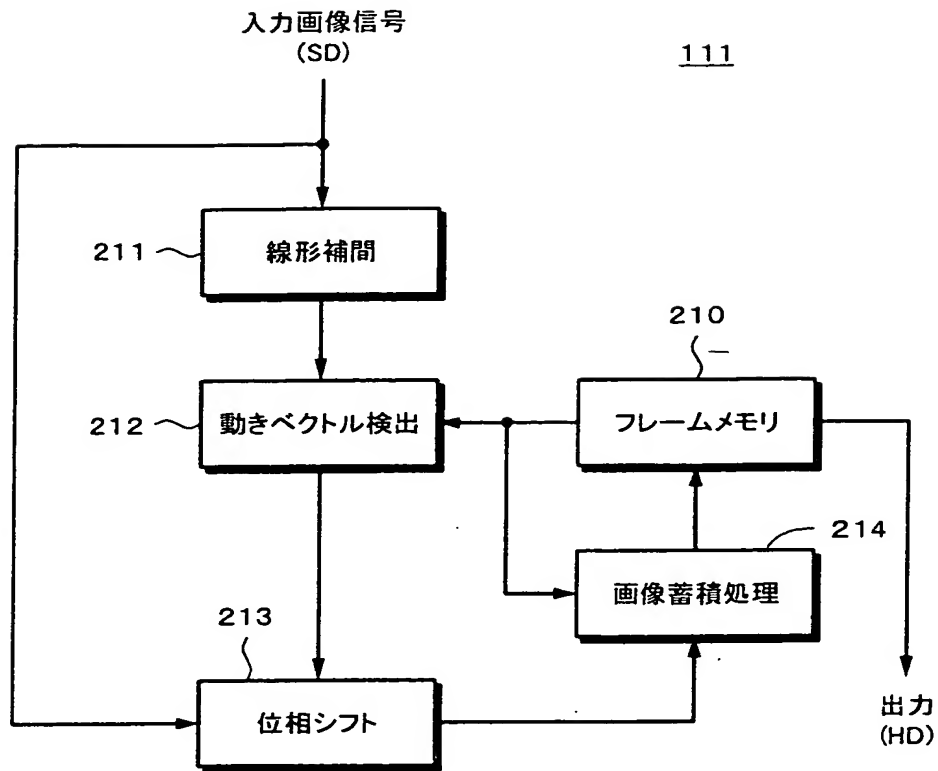
第15図



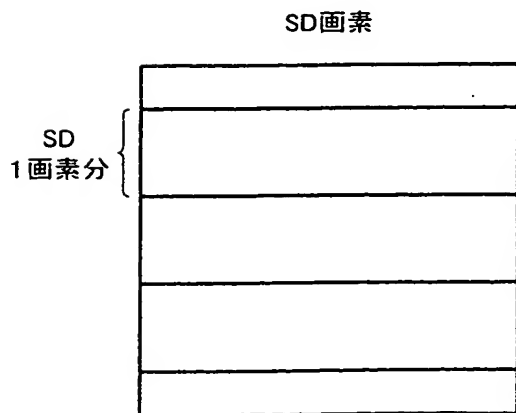
第16図



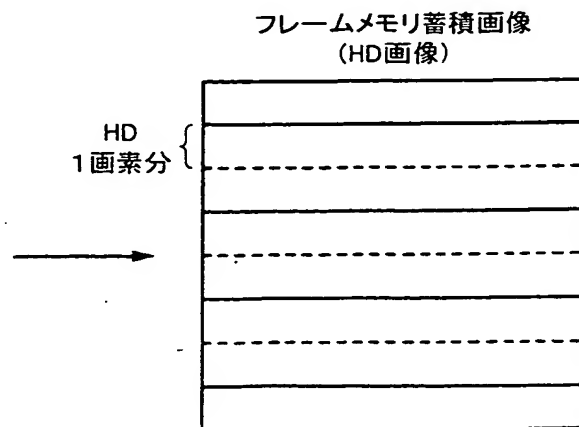
# 第 1 7 図



## 第 1 8 図 A



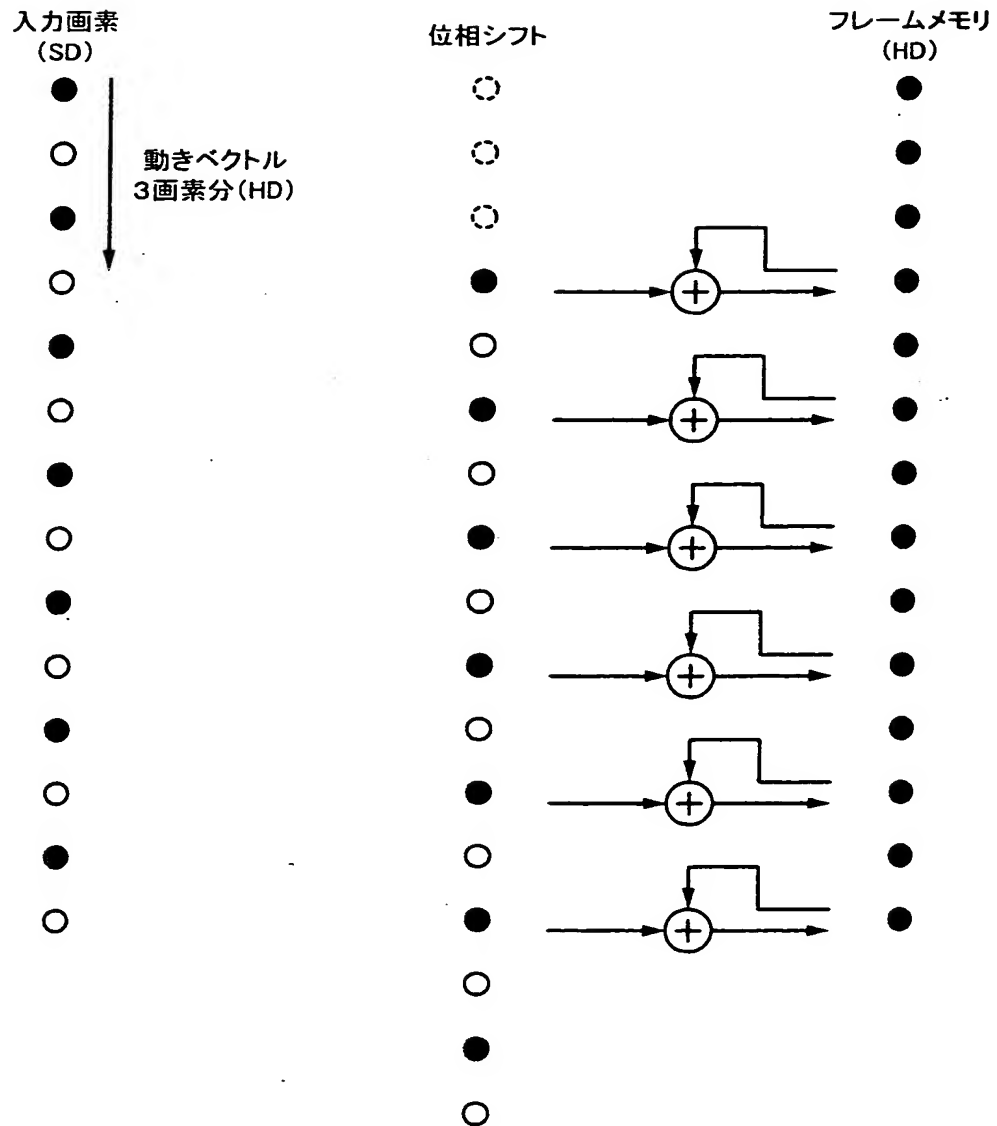
## 第 1 8 図 B



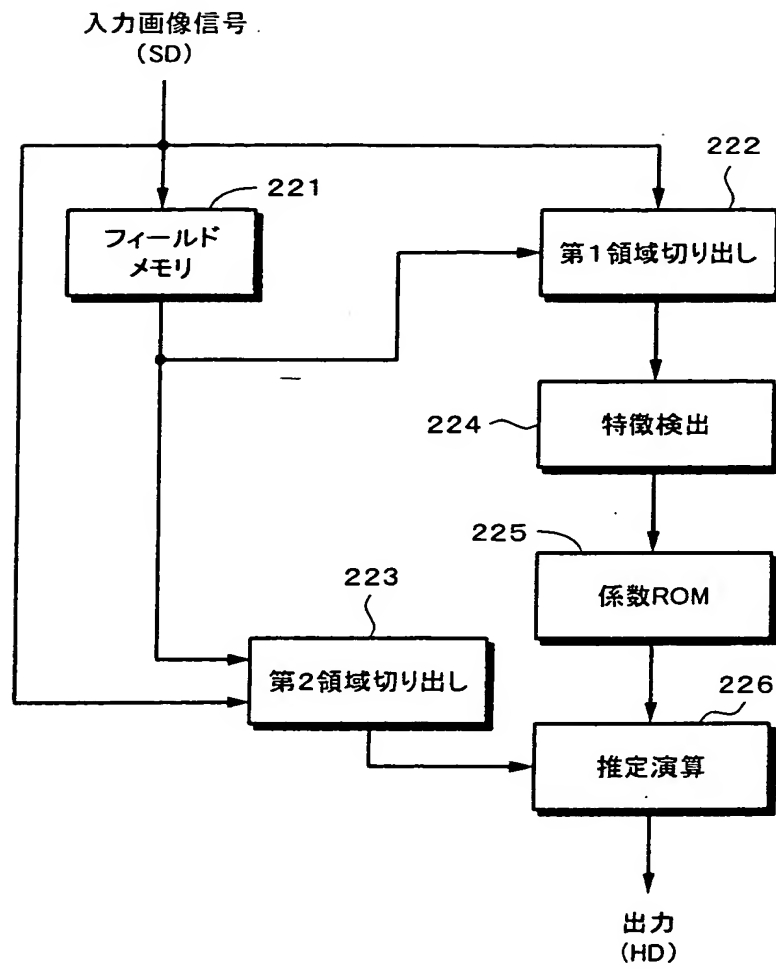
第 1 9 図 A

第 1 9 図 B

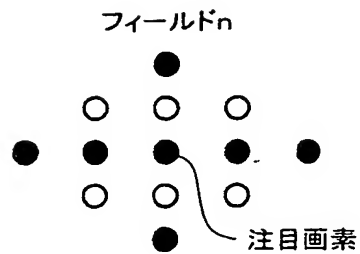
第 1 9 図 C



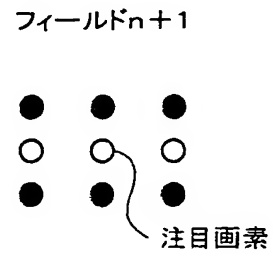
# 第20図



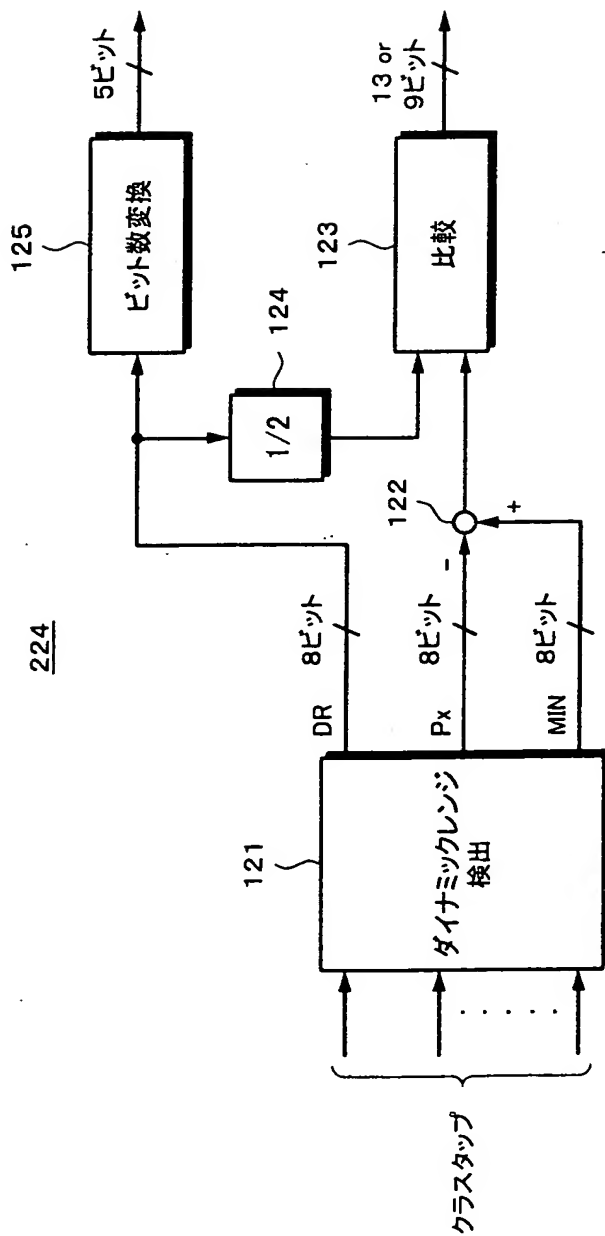
## 第21図A



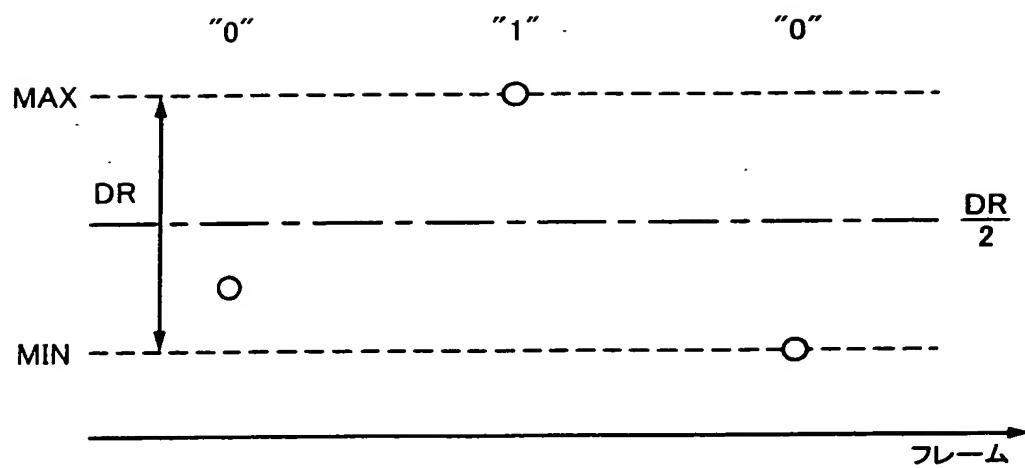
## 第21図B



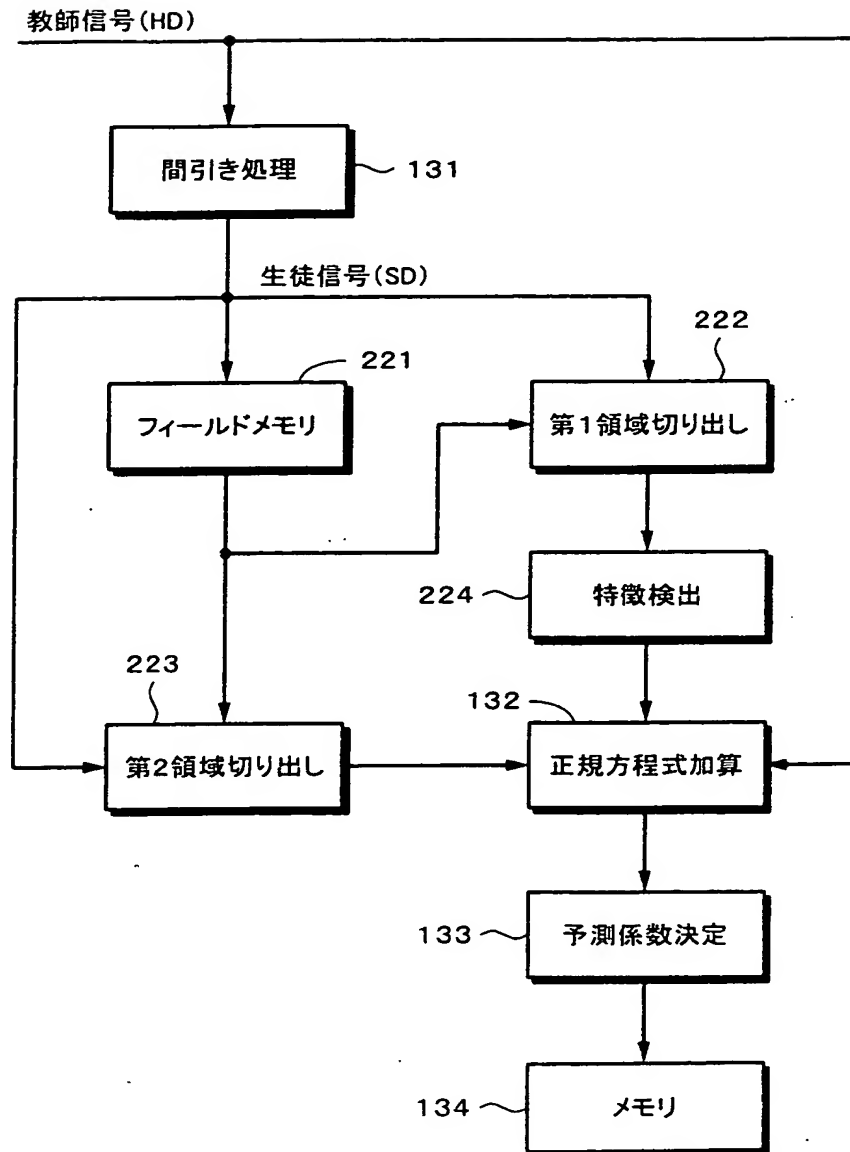
# 第22図



## 第 2 3 図



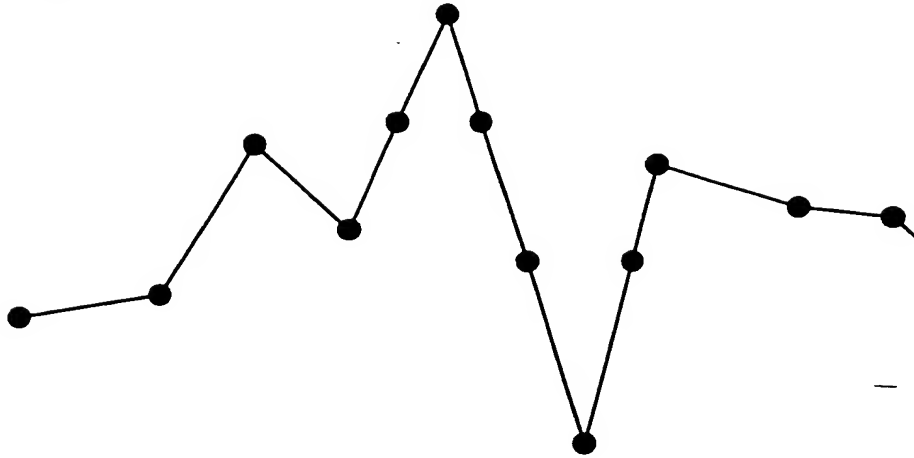
## 第24図





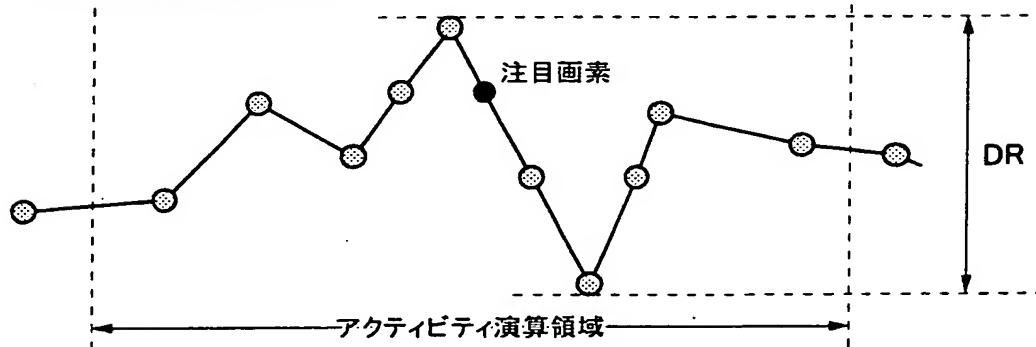
## 第 2 5 図 A

本来のHD出力



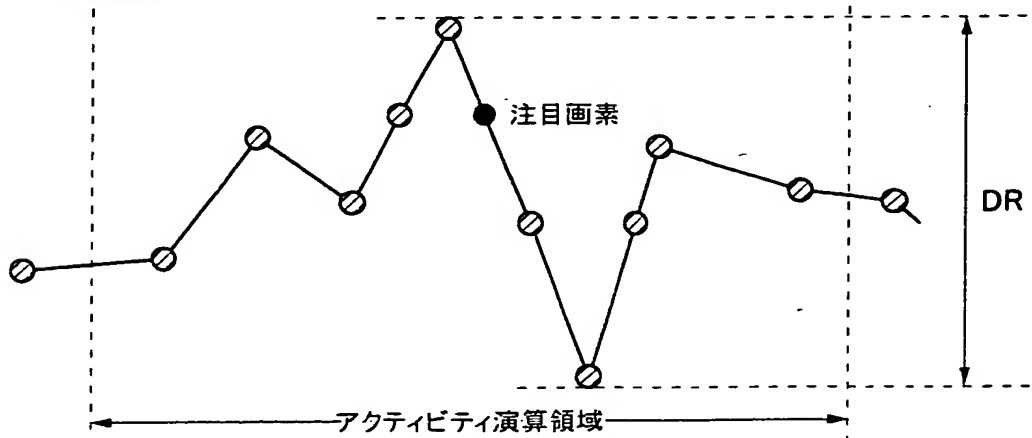
## 第 2 5 図 B

クラス分類適応処理の出力

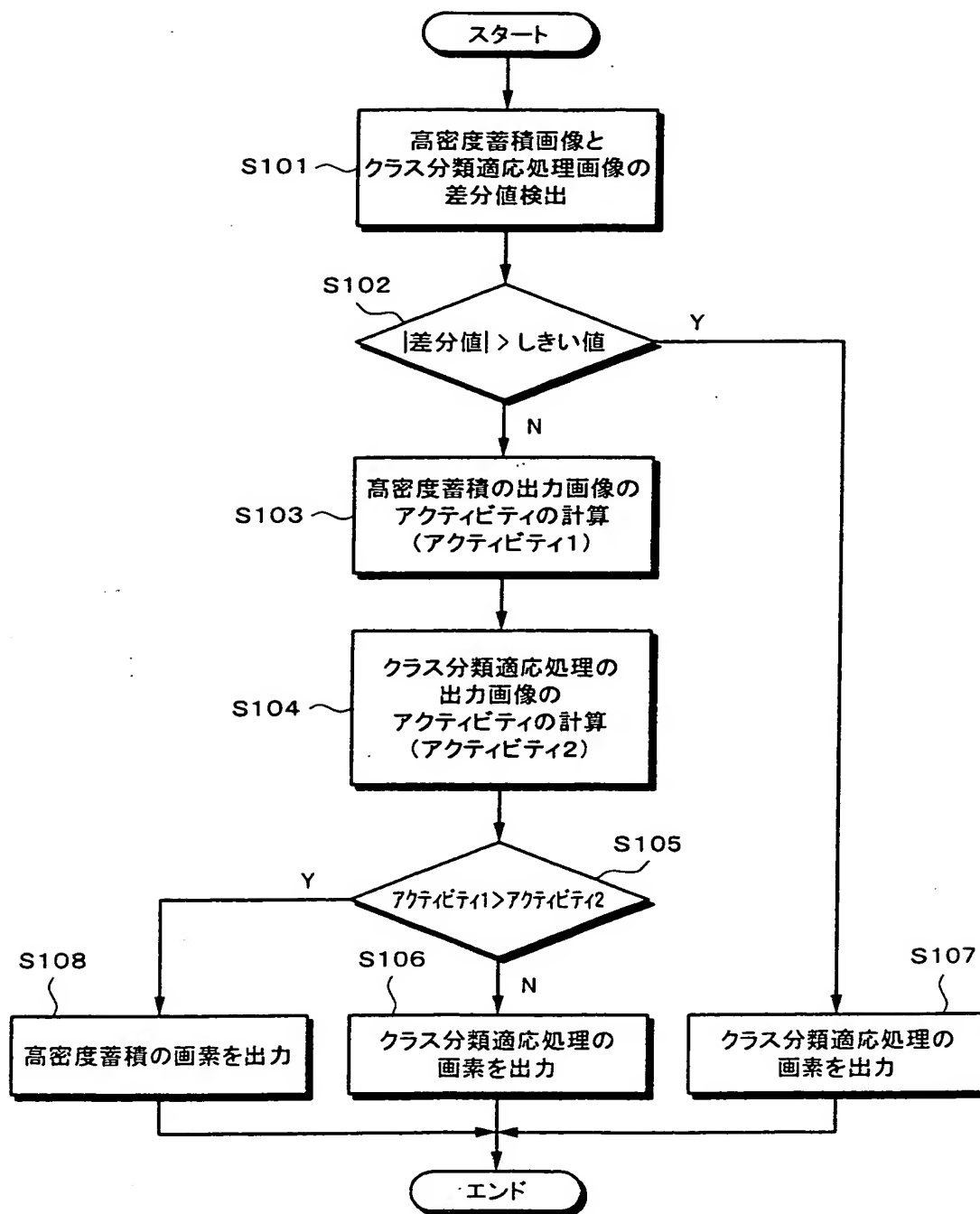


## 第 2 5 図 C

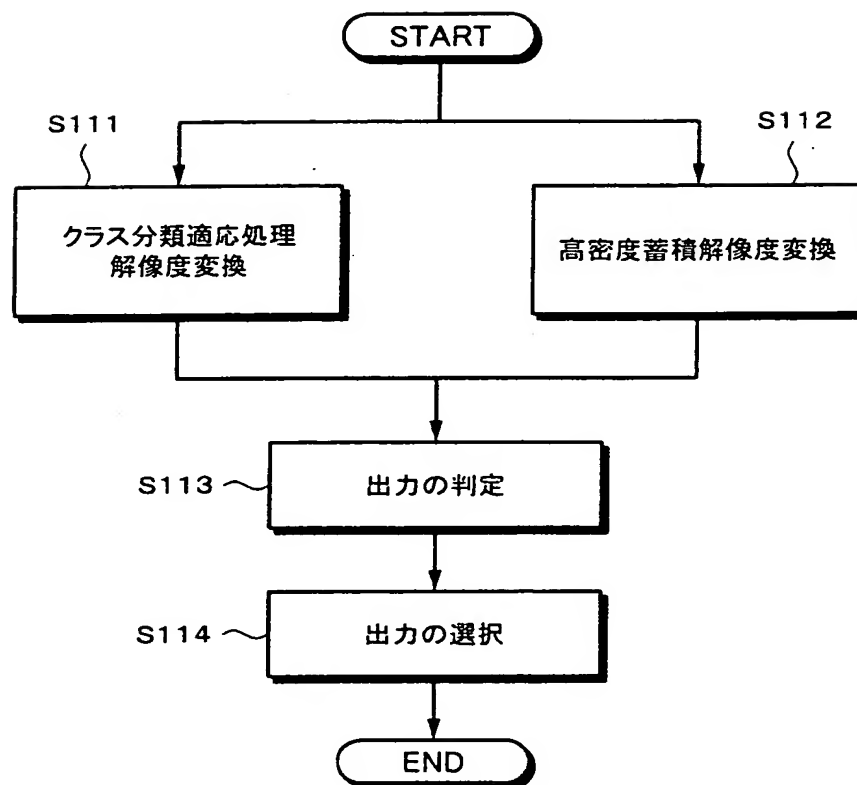
高密度蓄積による出力



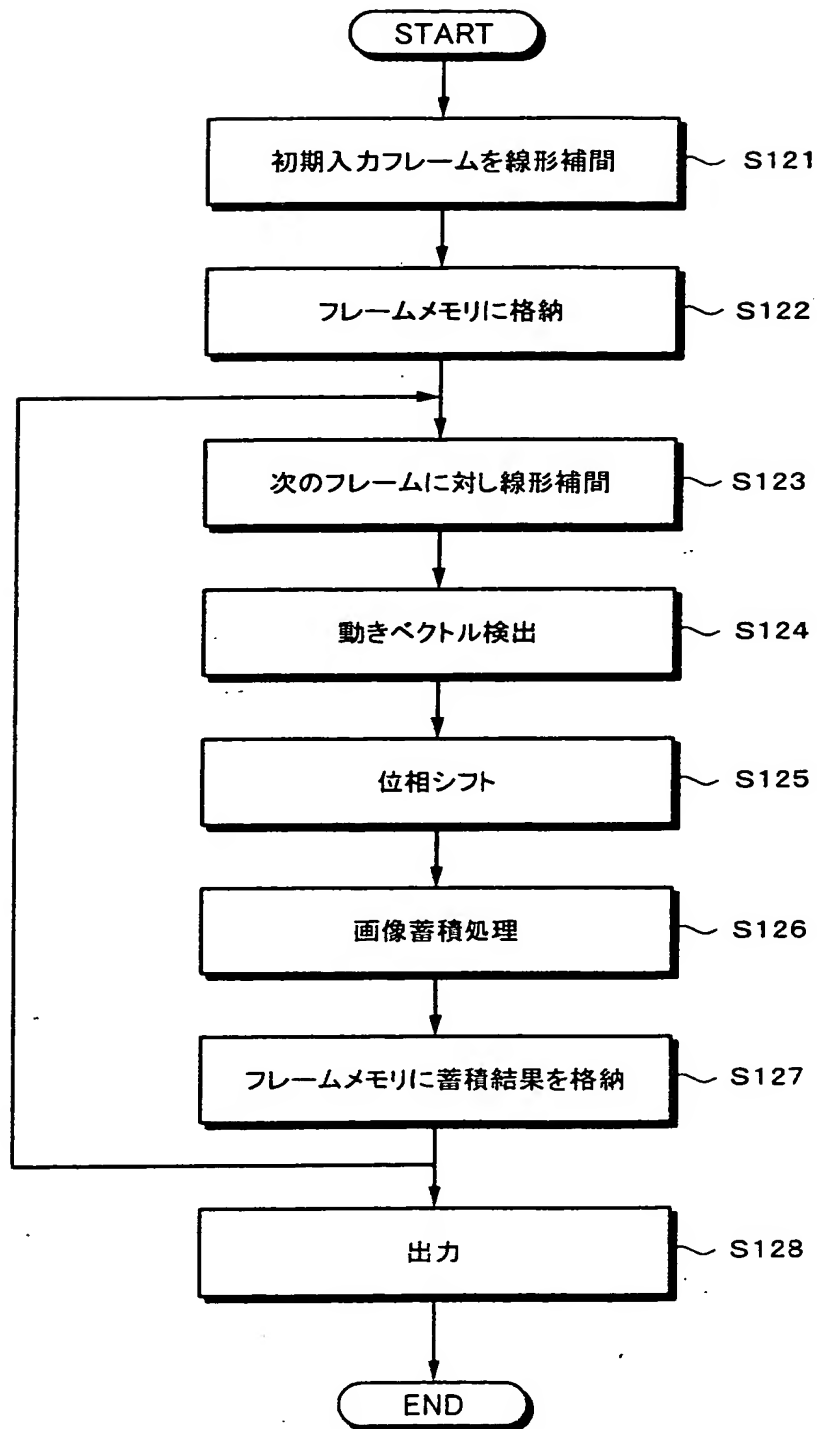
## 第26図



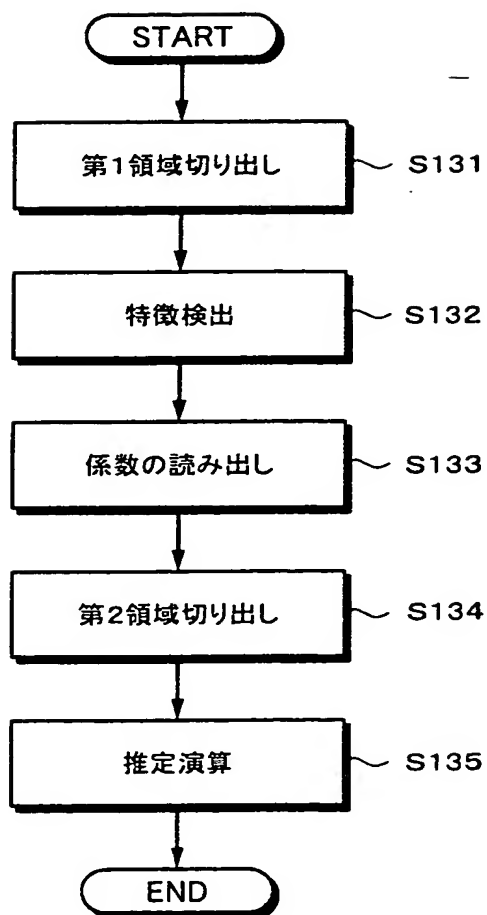
## 第 2 7 図



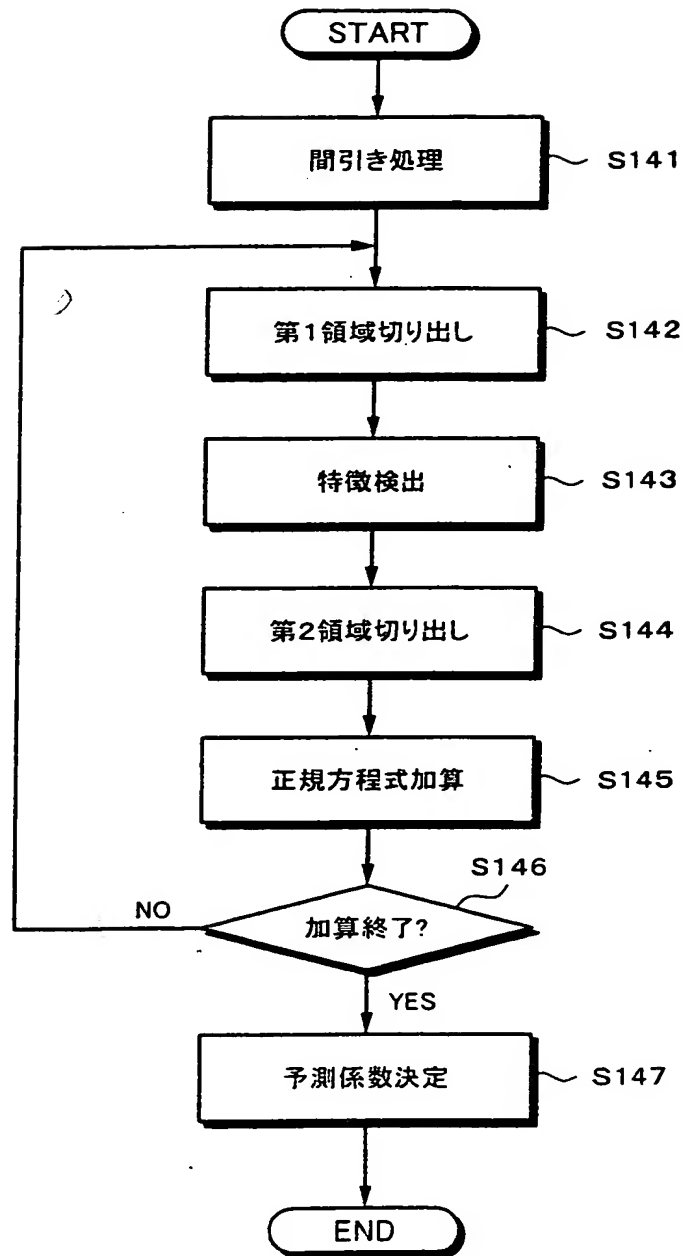
## 第 2 8 図



## 第 2 9 図



# 第30図



## 符号の説明

- 3 フレームメモリ
- 8 重み係数発生回路
- 1 1 動き適応リカーシブフィルタ
- 1 2 クラス分類適応ノイズ除去回路
- 1 3 出力選択部
- 1 4 静動判定回路
- 1 0 0 第1の信号処理手段
- 2 0 0 第2の信号処理手段
- 1 1 1 高密度蓄積解像度変換部
- 1 1 2 クラス分類適応処理解像度変換部
- 1 1 3 出力選択部
- 1 1 4 判定回路
- 2 1 0 フレームメモリ
- 2 1 2 動きベクトル検出回路
- 2 1 3 位相シフト回路